

EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES.





Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

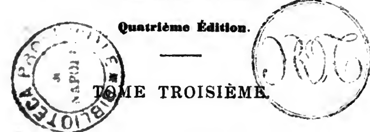
PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES

PAR

LOUIS FIGUIER
Docteur ès sciences, docteur en médecine, agrégé de chimie
à l'École de pharmacie de Paris.

Quatrième Édition.



TOME TROISIÈME

Aérostats. Éclairage au gaz.
Éthérisation.
Poudres de guerre et poudre-coton.



PARIS

LANGLOIS ET LECLERCQ, RUE DES MATHURINS-SAINT-JACQUES, 10
VICTOR MASSON, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17

M DCCC LV

EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES.

LES AÉROSTATS.

Aucune découverte n'a excité autant que celle des aérostats la surprise, l'admiration, l'émotion universelles. Il n'y eut en Europe qu'un cri d'enthousiasme pour les navigateurs intrépides qui, les premiers, osèrent s'élancer dans le vaste champ des airs. En effet, jamais l'orgueil de l'esprit humain n'avait rencontré de triomphe plus éclatant en apparence. L'homme venait, disait-on, de marcher à la conquête des airs. Ces plaines infinies, dont l'œil est impuissant à sonder l'étendue, désormais devenaient son domaine; il pouvait à son gré parcourir son nouvel empire, il régnait en maître sur ces régions inexplorées. Ainsi le monde n'offrait plus de barrières, l'espace n'avait plus d'abîmes que son génie ne pût franchir. On s'abandonnait de toutes parts à l'orgueil de cette pensée; on applaudissait à ce résultat inespéré des sciences physiques qui, à peine à leur

naissance, venaient de donner un si magnifique témoignage de leur virilité et de leur force d'avenir. On ne mettait pas en doute la possibilité de régulariser bientôt et de diriger à travers les airs la marche de ces nouveaux esquifs, et la navigation atmosphérique apparaissait déjà comme une création prochaine.

De tout cet éclat et de tout ce retentissement, de cet enthousiasme immense qui, d'un bout à l'autre de l'Europe, enflammait les esprits, de ces espérances ardentes, de ces aspirations inouïes, qu'est-il resté? L'histoire n'offre aucun autre exemple d'une découverte aussi applaudie, aussi exaltée à sa naissance, aussi délaissée bientôt après. Les aérostats semblaient appelés à régénérer la science, en lui ouvrant des moyens d'expérimentation d'une portée toute nouvelle; cependant ils n'ont guère servi qu'à satisfaire dans les fêtes publiques une vaine curiosité. Les résultats qu'ont retirés de leur emploi les différentes branches de la physique et de la météorologie n'ont qu'une valeur infiniment secondaire : la possibilité de s'élever dans les airs et d'y séjourner quelque temps, certains faits d'une importance médiocre ajoutés à l'histoire de notre globe, quelques moyens nouveaux d'expérimentation offerts aux physiciens, l'espérance lointaine et d'ailleurs très vivement contestée d'arriver un jour à la direction des ballons, voilà tout ce qu'a produit, sous le rapport scientifique, une découverte qui semblait dans ses débuts si riche de promesses.

Cependant il y a dans le seul fait d'une ascension dans les airs quelque chose de si grand, de si noble et de si hardi, quelques traits si bien en rapport avec l'audace et le génie de l'homme, que l'on a toujours recherché et accueilli avec intérêt tout ce qui se rapporte aux aérostats. Nous présenterons donc avec quelques détails l'histoire d'une découverte qui a toujours tenu une si grande place dans les préoccupations du public.

CHAPITRE PREMIER.

Les frères Montgolfier. — Expérience d'Annonay. — Ascension du premier ballon à gaz hydrogène au Champ de Mars de Paris. — Montgolfière de Versailles.

Personne n'ignore que l'invention des aérostats, d'origine toute française, appartient aux frères Étienne et Joseph Montgolfier. Rien n'avait pu faire pressentir encore une découverte de ce genre, lorsque, le 4 juin 1783, ils firent à Annonay leur première expérience publique.

Étienne et Joseph Montgolfier étaient les fils d'un manufacturier connu depuis longtemps pour son habileté dans l'art de la fabrication du papier. La famille Montgolfier était originaire de la petite ville d'Ambert, en Auvergne; on voyait encore vers le milieu du siècle dernier, sur le penchant d'une colline qui domine la ville, les ruines d'une très ancienne résidence de la famille Montgolfier, qui paraît avoir donné ou pris son nom au pays qu'elle habitait (1). Les Montgolfier avaient embrassé avec ardeur la cause de la réforme; après les massacres de la Saint-Barthélemy, leurs biens furent confisqués, leurs papeteries détruites, et ils vinrent se réfugier, avec les débris de leur fortune, dans les montagnes du Vivarais. Les établissements nouveaux qu'ils fondèrent plus tard à Annonay ne tardèrent pas à acquérir beaucoup d'importance, et dès le commencement du dix-huitième siècle, la manufacture de Pierre Montgolfier était connue dans toute l'Europe pour la

(1) On trouve en effet dans la grande carte de France de Cassini, feuille 52, au nord-est d'Ambert, le *Mont-Golfier*, et au-dessus le *Cros du Mont-Golfier*.

perfection de ses produits. C'est au milieu de cette famille, vouée depuis des siècles à la pratique de l'industrie et des arts, sous les yeux d'un père distingué par ses talents, ses lumières et sa probité, vivant en patriarche entre ses ouvriers et ses enfants, que naquirent les inventeurs de la machine aérostatique. Destinés à se livrer par état aux opérations industrielles, ils s'y préparèrent de bonne heure par l'étude des sciences, dont plus tard ils ne perdirent jamais le goût.

Étienne Montgolfier joignit à cette éducation commune une instruction spéciale qu'il alla de bonne heure chercher à Paris. Il se destinait à l'architecture, et devint élève de Soufflot. On voit encore dans les environs de Paris, des églises et des maisons particulières bâties d'après ses plans, qui témoignent de ses talents et de son goût. Il avait, en outre, pour les mathématiques des dispositions précoces qui lui valaient l'estime des savants les plus distingués. Cependant son père le rappela pour prendre part à la direction de la manufacture héréditaire. De retour à Annonay, Étienne Montgolfier apporta à sa famille l'utile secours de ses connaissances (1). Il découvrit divers procédés de fabrication que les Hollandais, longtemps nos rivaux en ce genre, enveloppaient d'un impénétrable mystère, et contribua pour beaucoup à amener la révolution qui s'est opérée à cette époque dans cette branche de l'industrie française.

Son frère, Joseph Montgolfier, qui partagea ses travaux et sa gloire, avait comme lui ressenti de bonne heure un goût très vif pour les sciences mathématiques; mais il avait un genre d'esprit particulier qui l'éloignait des règles et des méthodes

(1) C'est ainsi qu'il changea le moteur employé dans la fabrique, modifia la disposition des séchoirs, et inventa des formes pour le papier *grand-monde*, inconnu avant lui. Il trouva aussi le secret de la fabrication du papier vélin, que la France avait jusqu'alors tiré de l'étranger.

de travail habituelles aux géomètres. Dans l'exécution de ses calculs, il s'écartait toujours des voies connues; il combinait pour lui-même, à l'aide de tâtonnements empiriques, certaines formules dont il se servait pour résoudre les problèmes les plus difficiles. Il possédait moins de connaissances que son frère, mais il avait reçu en partage un génie véritablement inventif, marqué cependant au coin d'une certaine bizarrerie. Placé à l'âge de treize ans au collége de Tournon, il n'avait pu se plier aux exigences de l'enseignement classique, et il partit un beau matin, décidé à descendre jusqu'à la Méditerranée pour y vivre en ermite le long de la plage. La faim l'arrêta dans une métairie du bas Languedoc; il fallut reprendre le chemin du collége. Cependant il réussit à s'enfuir une seconde fois, et gagna la ville de Saint-Étienne. Arrivé là, il s'enferma dans un misérable réduit, et, pour subvenir à ses besoins, il se mit à fabriquer du bleu de Prusse et quelques autres sels employés dans les arts, qu'il allait ensuite colporter lui-même dans les hameaux du Vivarais. Il vivait du produit de la pêche et de la vente de ses sels. Il put ainsi acheter des livres et des outils; il se procura même assez d'argent pour se rendre à Paris. Il s'était proposé, en effet, de séjourner quelque temps dans la capitale pour se mettre en rapport avec les savants, et puiser dans leur entretien des conceptions et des idées nouvelles. Il trouva installées au café Procope toute la littérature et toute la science du jour, et c'est là qu'il établit avec divers savants des relations qui tournèrent à son profit. Son père l'ayant rappelé sur ces entrefaites, il revint à Annonay pour participer aux travaux de la fabrique. Il put dès lors donner carrière à toute son ardeur d'invention; mais ses idées étaient si hardies et si nouvelles, que l'esprit d'ordre et d'économie de la maison s'en effraya à bon droit; on dut bien des fois contenir son ardeur en de plus sages limites.

Cette brillante faculté d'invention dont l'avait doué la nature

avait besoin d'être rectifiée et contenue par un esprit plus calme et plus méthodique. Il trouva dans la sagesse de vues et dans la prudence de son frère les qualités qui lui manquaient. Aussi la plus parfaite intimité morale s'établit-elle bien vite entre les deux Montgolfier. Si différentes par leurs qualités et leurs allures, ces deux intelligences étaient cependant nécessaires et presque indispensables l'une à l'autre. Dès ce jour, les deux frères mirent en commun toutes leurs vues, toutes leurs conceptions, toutes leurs pensées scientifiques, et c'est ainsi que s'établit entre eux cette communauté d'existence morale, cette double vie intellectuelle, qui seule fait comprendre leurs travaux et leurs succès. Avant l'invention des aérostats, plusieurs découvertes avaient déjà rendu le nom des Montgolfier célèbre dans les sciences mécaniques, et plus tard cette découverte n'arrêta pas l'essor de leurs utiles travaux (1).

On comprendra, d'après cela, qu'il serait tout à fait hors de propos de chercher à établir ici auquel des deux Montgolfier appartient la pensée primitive de l'invention qui va nous occuper. Ils ont tous les deux constamment tenu à honneur de repousser les investigations de ce genre, et nous n'essayerons pas de dénouer ce faisceau généreux que l'amitié fraternelle s'est plu elle-même à confondre et à lier.

La ville d'Annonay est placée en face des hautes Alpes, et de la manufacture des Montgolfier on voyait se dérouler à l'horizon toute la chaîne de ces montagnes. En contemplant le spectacle continuel de la production et de l'ascension des nuages, qu'ils voyaient chaque jour se former sur le flanc des Alpes, en méditant sur les causes de la suspension et de l'équilibre de ces masses énormes qui se promènent dans les cieux,

(1) Il suffit de citer leur découverte du *bélier hydraulique*, une des conceptions mécaniques les plus remarquables du siècle dernier.

les frères Montgolfier conçurent l'espoir d'imiter la nature dans l'une de ses opérations les plus brillantes. Il ne leur parut pas impossible de composer des nuages factices qui, à l'imitation des nuages naturels, s'élèveraient dans les plus hautes régions des airs. Pour reproduire autant que possible les conditions que présente la nature, ils renfermèrent de la vapeur d'eau dans une enveloppe à la fois résistante et légère. Ce nuage factice s'élevait dans l'air, mais la température extérieure ramenait bientôt la vapeur à l'état liquide, l'enveloppe se mouillait, et l'appareil retombait sur le sol. Ils essayèrent sans plus de succès d'emmagasiner la fumée produite par la combustion du bois et dirigée dans une enveloppe de toile. Le gaz reçu dans cette enveloppe se refroidissait et ne parvenait point à soulever le petit appareil.

Sur ces entrefaites, parut en France la traduction de l'ouvrage de Priestley : *Des différentes espèces d'air.* Dans ce livre, qui devait exercer une influence décisive sur la création et le développement de la chimie, Priestley faisait connaître un grand nombre de gaz nouveaux ; il exposait en termes généraux les propriétés, les caractères, le poids spécifique, les différences relatives des fluides élastiques. Étienne Montgolfier lut cet ouvrage à Montpellier, où il se trouvait alors. En revenant à Annonay, il réfléchissait profondément sur les faits signalés par le physicien anglais, et c'est en montant la côte de Serrière qu'il fut frappé, dit-il dans son *Discours à l'Académie de Lyon*, de la possibilité de rendre l'air navigable en tirant parti de l'une des propriétés reconnues par Priestley aux fluides élastiques. Il devait suffire, pour s'élever dans l'atmosphère, de renfermer dans une enveloppe d'un faible poids un gaz plus léger que l'air ; l'appareil s'élèverait, en vertu de son excès de légèreté sur l'air environnant, jusqu'à ce qu'il rencontrât, à une certaine hauteur, des couches dont la pesanteur spécifique le maintînt en équilibre.

Rentré chez lui, Étienne Montgolfier se hâta de communiquer cette pensée à son frère, qui l'accueillit avec transport. Dès ce moment, ils furent certains de réussir dans leurs tentatives pour imiter et reproduire les nuages. Ils essayèrent d'abord de renfermer dans diverses enveloppes certains gaz plus légers que l'air. Le *gaz inflammable*, c'est-à-dire le gaz hydrogène, fut expérimenté l'un des premiers; mais l'enveloppe de papier dont ils se servirent était perméable au gaz, elle laissait transpirer l'hydrogène, l'air entrait à sa place, et le globe, un moment soulevé, ne tardait pas à redescendre. D'ailleurs, l'hydrogène était un gaz à peine connu à cette époque, sa préparation était difficile et coûteuse, on renonça à en faire usage.

Après avoir essayé quelques autres gaz ou vapeurs, les frères Montgolfier en vinrent à penser que l'électricité, qu'ils regardaient comme l'une des causes de l'ascension et de l'équilibre des nuages, pourrait aussi jouer un rôle dans l'ascension de leur appareil; ils cherchèrent donc à composer un gaz affectant des propriétés électriques. Ils s'imaginèrent obtenir un gaz de cette nature en faisant un mélange d'une vapeur à propriétés alcalines avec une autre vapeur qui serait dépourvue de ces propriétés. Pour former un tel mélange, ils firent brûler ensemble de la paille légèrement mouillée et de la laine, matière animale qui donne naissance, en brûlant, à des gaz qui présentent une réaction alcaline due à la présence d'une petite quantité de carbonate d'ammoniaque. Ils reconnurent que la combustion de ces deux corps au-dessous d'une enveloppe de toile ou de papier provoquait l'ascension rapide de l'appareil.

L'idée théorique qui amena les Montgolfier à la découverte des ballons ne supporte pas l'examen. C'est une de ces conceptions vagues et mal raisonnées, comme on en trouve tant à cette époque de renouvellement pour les sciences modernes.

L'ascension de ces petits globes s'expliquait tout simplement par la dilatation de l'air échauffé, qui devient ainsi plus léger que l'air environnant, et tend dès lors à s'élever jusqu'à ce qu'il rencontre des couches d'une densité égale à la sienne. La fumée abondante produite par la combustion de la laine et de la paille mouillée ne faisait qu'augmenter le poids de l'air chaud, sans amener aucun des avantages sur lesquels les inventeurs avaient compté. De Saussure le prouva parfaitement l'année suivante, lorsque, pour terminer la discussion élevée à ce sujet entre les physiciens, il prit un petit ballon de papier ouvert à sa partie inférieure, et introduisit avec précaution dans son intérieur un fer à souder rougi au blanc. La petite machine se gonfla, et s'éleva au plafond de l'appartement. Il fut bien démontré dès lors que la raréfaction de l'air par la chaleur était la seule cause du phénomène, et l'on cessa de donner le nom fort impropre de *gaz Montgolfier* au mélange gazeux qui déterminait l'ascension.

C'est à Avignon que se fit le premier essai d'un petit appareil fondé sur les principes que les frères Montgolfier avaient arrêtés entre eux. Au mois de novembre 1782, Étienne Montgolfier construisit un parallélipipède creux, de soie, d'une capacité très petite, puisqu'il contenait seulement deux mètres cubes d'air, et il vit avec une joie facile à comprendre ce petit ballon s'élever au plafond de sa chambre. De retour à Annonay, il s'empressa de répéter l'expérience avec son frère. Ils opérèrent en plein air avec ce même appareil qui s'éleva devant eux à une grande hauteur.

Encouragés par ce résultat, les frères Montgolfier construisirent un ballon plus grand qui pouvait contenir vingt mètres cubes d'air. Ce nouvel essai réussit parfaitement; la machine s'éleva avec tant de force qu'elle brisa les cordes qui la retenaient, et alla tomber sur un coteau voisin, après avoir atteint une hauteur de trois cents mètres.

Dès lors, certains du succès, ils s'appliquèrent à construire un appareil de grande dimension, et résolurent d'exécuter, sur une des places de la ville d'Annonay, une expérience solennelle pour faire connaître et constater publiquement leur découverte. Cette expérience eut lieu le 4 juin 1783, en présence d'une foule immense. L'assemblée des états particuliers du Vivarais, qui siégeait en ce moment dans la ville d'Annonay, assista tout entière à cet essai mémorable. La machine aérostatique avait 12 mètres de diamètre; elle était faite de toile d'emballage doublée de papier. A sa partie inférieure, on avait disposé un réchaud de fil de fer, sur lequel on brûla dix livres de paille mouillée et de laine hachée; aussitôt elle fit effort pour se soulever, on l'abandonna à elle-même, et elle s'éleva aux acclamations des spectateurs. Elle parvint en dix minutes à cinq cents mètres de hauteur; mais comme elle perdait la plus grande partie de son gaz par suite de la perméabilité de la toile et du papier, on la vit bientôt redescendre lentement vers la terre.

Un procès-verbal de cette belle expérience fut dressé par les membres des états du Vivarais et expédié à l'Académie des sciences de Paris. Sur la demande de M. de Breteuil, alors ministre, l'Académie nomma une commission pour prendre connaissance de ces faits : Lavoisier, Cadet, Condorcet, Desmarets, l'abbé Bossut, Brisson, Leroy et Tillet, composaient cette commission. Étienne Montgolfier fut mandé à Paris et prévenu que l'expérience serait répétée prochainement aux frais de l'Académie.

Cependant la nouvelle de l'ascension d'Anonnay avait causé à Paris une impression des plus vives. La curiosité du public et des savants était trop vivement excitée pour que l'on s'accommodât des lenteurs habituelles des commissions académiques. Il fallait à tout prix répéter l'expérience sous les yeux des Parisiens. Faujas de Saint-Fond, professeur au Jardin des

plantes, ouvrit une souscription pour subvenir aux frais de l'entreprise; dix mille francs furent recueillis en quelques jours. Les frères Robert, habiles constructeurs d'instruments de physique, furent chargés d'édifier la machine; le professeur Charles, jeune alors et tout brillant de zèle, se chargea de diriger le travail.

Cette entreprise offrait beaucoup de difficultés, on le comprendra sans peine. Le procès-verbal de l'expérience de Montgolfier, les lettres d'Annonay qui en avaient raconté les détails, ne donnaient aucune indication sur la nature du gaz dont s'était servi l'inventeur : on se bornait à dire que la machine avait été remplie avec un gaz *moitié moins pesant que l'air ordinaire*. Charles ne perdit pas son temps à chercher quel était le gaz dont Montgolfier avait fait usage; il comprit que, puisque l'expérience avait réussi avec un gaz qui n'avait que la moitié du poids spécifique de l'air commun, elle réussirait bien mieux encore avec le gaz inflammable, ou gaz hydrogène, qui pèse quatorze fois moins que l'air. En conséquence, il se décida à remplir le ballon avec le gaz inflammable. Mais cette opération elle-même n'était pas sans difficultés : l'hydrogène était encore un gaz à peine observé; on ne l'avait jamais préparé que dans les cours publics et en opérant sur de faibles quantités; les savants eux-mêmes ne le maniaient pas sans quelque crainte à cause des dangers qu'il présente par son inflammabilité. Or il fallait obtenir et accumuler dans un même réservoir plus de quarante mètres cubes de ce gaz.

Néanmoins on se mit à l'œuvre; on s'établit dans les ateliers des frères Robert, situés près de la place des Victoires. Il fallait, pour la première fois, imaginer et construire les appareils nécessaires à la préparation et à la conservation des gaz. Beaucoup de dispositions différentes furent essayées sans trop de succès; enfin, pour procéder au dégagement de l'hydrogène, on disposa l'appareil de la manière suivante. On plaça dans un

tonneau de l'eau et de la limaille de fer. Le fond supérieur de ce tonneau était percé de deux trous : l'un donnait passage à un tube de cuir destiné à conduire le gaz dans l'intérieur du ballon ; l'autre était simplement fermé par un bouchon. On ajoutait successivement, par ce dernier orifice, l'acide sulfurique qui devait donner naissance au gaz hydrogène en réagissant sur le fer ; au moment de l'effervescence on ouvrait un robinet adapté au tube de cuir, et le gaz s'introduisait dans le ballon. On voit, d'après ces dispositions grossières, combien on était encore peu avancé, à cette époque, dans l'art de manier les gaz, et l'on comprend quels obstacles il fallut surmonter avant d'atteindre au but définitif. Les difficultés furent telles qu'elles firent douter quelque temps du succès de l'entreprise. Ainsi la chaleur provoquée par l'action de l'acide sulfurique sur le fer était si élevée, qu'une grande quantité d'eau était réduite en vapeurs ; ces vapeurs étaient mêlées d'acide sulfureux, car ce gaz prend naissance par suite de la réaction de l'acide sulfurique sur le fer. Or ces vapeurs, rendues corrosives par la présence de l'acide sulfureux, attaquaient les parois du ballon ; une fois condensées, elles coulaient le long du taffetas et venaient se réunir à sa partie inférieure : il fallait donc, de temps en temps, les faire écouler en ouvrant le robinet et en secouant le taffetas (1). De plus, la chaleur développée par la réaction se communiquait au tube de cuir et de là au ballon lui-même, et l'on était obligé, pour refroidir ses parois, de l'arroser sans cesse avec une petite pompe. Par suite de ces mauvaises dispositions et de la difficulté des manœuvres, on perdait la plus grande partie du gaz. Aussi quatre jours furent-ils nécessaires pour remplir le ballon. Nous donnerons une

(1) On évite aujourd'hui cet inconvénient en faisant passer le gaz hydrogène dans une cuve d'eau avant de le diriger dans le ballon ; le gaz se lave et se débarrasse ainsi de l'acide sulfureux, qui reste dissous dans l'eau.

idée des pertes de gaz éprouvées pendant ces opérations, en disant qu'il fallut employer mille livres de fer et cinq cents livres d'acide sulfurique, pour remplir un ballon qui soulevait à peine un poids de dix-huit livres. Cependant, le quatrième jour, à force de soins et de peines, le ballon, aux deux tiers rempli, flottait dans l'atelier des frères Robert.

Le public avait connaissance de l'opération qui s'exécutait place des Victoires; on se pressait en foule aux portes de la maison. Il fallut requérir l'assistance du guet pour contenir l'impatience des curieux. Enfin, le 27 août, tout se trouvant prêt pour l'expérience, on s'occupa de transporter la machine au Champ de Mars, où devait s'effectuer son ascension. Pour éviter l'encombrement des curieux, la translation se fit à deux heures du matin. Le ballon, porté sur un brancard, s'avançait précédé de torches, escorté par un détachement du guet. L'obscurité de la nuit, la forme étrange et inconnue de ce globe immense, qui s'avançait lentement à travers les rues silencieuses, tout prêtait à cette scène nocturne un caractère particulier de mystère et d'étrangeté, et l'on vit, sur la route, des hommes du peuple, se rendant à leurs travaux, s'agenouiller devant le cortége, saisis d'une sorte de superstitieuse terreur.

Arrivé au Champ de Mars avant le jour, le ballon fut placé au milieu d'une enceinte disposée pour le recevoir; on le retint en place à l'aide de petites cordes fixées au méridien du globe et arrêtées dans des anneaux de fer plantés en terre. Dès que le jour parut, on s'occupa de préparer du gaz hydrogène pour achever de le remplir. A midi, il était prêt à s'élancer.

A trois heures, une foule immense se portait au Champ de Mars: la place était garnie de troupes, les avenues gardées de tous les côtés. Les bords de la rivière, l'amphithéâtre de Passy, l'École militaire, les Invalides et tous les alentours du Champ de Mars étaient occupés par les curieux. Trois cent mille per-

sonnes, c'est-à-dire la moitié de la population de Paris, s'étaient donné rendez-vous en cet endroit. A cinq heures, un coup de canon annonça que l'expérience allait commencer; il servit en même temps d'avertissement pour les savants qui, placés sur la terrasse du Garde-Meuble, sur les tours de Notre-Dame et à l'École militaire, devaient appliquer les instruments et le calcul à l'observation du phénomène. Délivré de ses liens, le globe s'élança avec une telle vitesse, qu'il fut porté en deux minutes à mille mètres de hauteur; là il trouva un nuage obscur dans lequel il se perdit. Un second coup de canon annonça sa disparition; mais on le vit bientôt percer la nue, reparaître un instant à une très grande élévation, et s'éclipser enfin dans d'autres nuages.

Un sentiment d'admiration et d'enthousiasme indicible s'empara alors de l'esprit des spectateurs. L'idée qu'un corps parti de la terre voyageait en ce moment dans l'espace avait quelque chose de si merveilleux, elle s'écartait si fort des lois ordinaires, que l'on ne pouvait se défendre des plus vives impressions. Beaucoup de personnes fondirent en larmes, d'autres s'embrassaient comme en délire. Les yeux fixés sur le même point du ciel, tous recevaient, sans songer à s'en garantir, une pluie violente qui ne cessait pas de tomber. La population de Paris, si avide d'émotions et de surprises, n'avait jamais assisté à un aussi curieux spectacle.

Le ballon ne fournit pas cependant toute la carrière qu'il aurait pu parcourir. Dans leur désir de lui donner une forme complétement sphérique, et d'en augmenter ainsi le volume aux yeux des spectateurs, les frères Robert avaient voulu, contrairement à l'opinion de Charles, que le ballon fût entièrement gonflé au départ; ils introduisirent même de l'air au moment de le lancer, afin de tendre toutes les parties de l'étoffe. L'expansion du gaz amena la rupture du ballon lorsqu'il fut parvenu dans une région élevée; il se fit à sa partie supé-

rieure une déchirure de plusieurs pieds; le gaz s'échappa, et le globe vint tomber lentement, après trois quarts d'heure de marche, auprès d'Écouen, à cinq lieues de Paris. Il s'abattit au milieu d'une troupe de paysans de Gonesse, que cette apparition frappa d'abord d'épouvante, car ils s'imaginèrent un moment que la lune tombait du ciel. Cependant ils ne tardèrent pas à se rassurer, et, pour se venger de la terreur qu'ils avaient éprouvée, ils se précipitèrent avec furie sur l'innocente machine, qui fut en quelques instants réduite en pièces. Le premier ballon à gaz hydrogène, ce bel instrument qui avait coûté tant de soins et de travaux, fut attaché à la queue d'un cheval et traîné pendant une heure à travers les champs, les fossés et les routes. Cet événement fit assez de bruit pour que le gouvernement crût nécessaire de publier un *Avis au peuple* touchant le passage et la chute des machines aérostatiques. Dans les derniers mois de 1783, cette instruction fut répandue dans toute la France (1).

Cependant Étienne Montgolfier était arrivé à Paris; il avait assisté à l'ascension du Champ de Mars, et il prenait, de son côté, les dispositions nécessaires pour répéter, conformément au désir de l'Académie des sciences, l'expérience du *ballon à feu* telle qu'il l'avait exécutée à Annonay. Il s'établit dans les

(1) Voici le texte de cette pièce naïve où se trouve relaté le fait d'un ballon pris pour la lune. — « *Avertissement au peuple sur l'enlèvement des ballons ou globes en l'air.* — On a fait une découverte dont le gouvernement a jugé convenable de donner connaissance, afin de prévenir les terreurs qu'elle pourrait occasionner parmi le peuple. En calculant la différence de pesanteur entre l'air appelé inflammable et l'air de notre atmosphère, on a trouvé qu'un ballon rempli de cet air inflammable devait s'élever de lui-même dans le ciel jusqu'au moment où les deux airs seraient en équilibre, ce qui ne peut être qu'à une très grande hauteur. La première expérience a été faite à Annonay, en Vivarais, par les sieurs Montgolfier, inventeurs. Un globe de toile et de papier de cent cinq pieds de circonférence, rempli d'air inflammable, s'éleva de lui-même à une hauteur qu'on n'a pu calculer. La même expérience vient d'être

immenses jardins de son ami Réveillon, ce fabricant du faubourg Saint-Antoine dont la mort devait, quelques années après, marquer si tristement les premiers jours de la révolution française. L'aérostat que Montgolfier fit construire avait des dimensions considérables; sa forme était assez bizarre : la partie moyenne représentait un prisme haut de huit mètres, le sommet une pyramide de la même hauteur, la partie inférieure un cône tronqué de six mètres, de telle sorte que la machine entière, de la base au sommet, comptait vingt-cinq mètres de hauteur sur quinze environ de diamètre. Elle était faite de toile d'emballage doublée d'un fort papier au dedans et au dehors, et pouvait enlever un poids de douze cent cinquante livres.

Le 11 septembre 1783, on fit le premier essai de cette belle machine; on la vit se remplir en neuf minutes, se dresser sur elle-même, se gonfler et prendre une belle forme; huit hommes qui la retenaient perdirent terre et furent soulevés à plusieurs pieds; elle serait montée à une grande hauteur si on ne lui eût opposé de nouvelles forces.

L'expérience fut répétée le lendemain devant les commissaires de l'Académie des sciences et en présence d'un nombre considérable de personnes. Les commissaires de l'Académie, Lavoisier, Cadet, Brisson, l'abbé Bossut et Desmarets, étant

renouvelée à Paris, le 27 août, à cinq heures du soir, en présence d'un nombre infini de personnes. Un globe de taffetas enduit de gomme élastique, de trente-six pieds de tour, s'est élevé au Champ de Mars jusque dans les nues, où on l'a perdu de vue. On se propose de répéter cette expérience avec des globes beaucoup plus gros. Chacun de ceux qui découvriront dans le ciel de pareils globes, qui présentent l'aspect de la lune obscurcie, doit donc être prévenu que, loin d'être un phénomène effrayant, ce n'est qu'une machine toujours composée de taffetas ou de toile légère recouverte de papier, qui ne peut causer aucun mal, et dont il est à présumer qu'on fera quelque jour des applications utiles aux besoins de la société.

» Lu et approuvé, ce 3 septembre 1783. »

DE SAUVIGNY.

arrivés, on se disposa à gonfler le ballon. Mais on vit avec inquiétude que l'horizon se couvrait de nuages épais, et que l'on était menacé d'orage. Néanmoins le mauvais temps n'était pas décidé, et il était possible que tout se passât sans pluie; d'ailleurs les préparatifs étaient faits, une assemblée nombreuse brûlait du désir d'être témoin de l'expérience; il aurait fallu beaucoup de temps pour démonter l'appareil : on se décida donc à remplir le ballon. On fit brûler au-dessous de l'orifice cinquante livres de paille, en y ajoutant à diverses reprises une dizaine de livres de laine hachée. La machine se gonfla, perdit terre et se souleva, entraînant une charge de cinq cents livres. Si l'on eût alors coupé les cordes qui le retenaient, l'aérostat se serait élevé à une hauteur considérable; mais on ne voulut pas le laisser partir. Montgolfier venait, en effet, de recevoir du roi l'ordre d'exécuter son expérience à Versailles, devant la cour. Par malheur, dans ce moment, la pluie redoubla de violence, le vent devint furieux, les efforts que l'on fit pour ramener à terre la machine la déchirèrent en plusieurs points. Le meilleur moyen de la sauver était, comme le conseillait Argand, de la laisser partir. On ne voulut pas s'y résoudre. Il arriva dès lors ce que l'on avait prévu. L'orage ayant redoublé, le tissu du ballon fut détrempé par la pluie qui l'inondait, et les coups multipliés du vent le déchirèrent en plusieurs endroits. Comme la pluie se soutint fort longtemps, il devint tout à fait impossible de manœuvrer la machine, qui demeura pendant vingt-quatre heures exposée au mauvais temps; les papiers se décollèrent et tombèrent en lambeaux, le canevas fut mis à découvert, et finalement elle fut mise tout à fait hors de service.

Il fallait cependant une expérience pour le 19 septembre à Versailles. Aidé de quelques amis, Montgolfier se remit à l'œuvre; on travailla avec tant d'empressement et d'ardeur que cinq jours suffirent pour construire un autre aérostat : il

avait fallu un mois pour achever le premier. Ce nouveau ballon, de forme entièrement sphérique, était construit avec beaucoup plus de solidité; il était d'une bonne et forte toile de coton; on l'avait même peint en détrempe. Il était bleu avec des ornements d'or, et présentait l'image d'une tente richement décorée. Le 19, au matin, il fut transporté à Versailles, où tout était disposé pour le recevoir.

Dans la grande cour du château, on avait élevé une vaste estrade percée en son milieu d'une ouverture circulaire de cinq mètres de diamètre destinée à loger le ballon; on circulait autour de cette estrade pour le service de la machine. La partie supérieure, ou le dôme du ballon était déprimé et reposait sur la grande ouverture de l'échafaud, à laquelle il servait de voûte; le reste des toiles était abattu et se repliait circulairement autour de l'estrade, de telle sorte qu'en cet état la machine ne présentait aucune apparence, et ne ressemblait qu'à un amas de toiles entassées et disposées sans ordre. Le réchaud de fil de fer qui devait servir à placer les combustibles reposait sur le sol. On enferma dans une cage d'osier, suspendue à la partie inférieure de l'aérostat, un mouton, un coq et un canard, qui étaient ainsi destinés à devenir les premiers navigateurs aériens.

A dix heures du matin, la route de Paris à Versailles était couverte de voitures; on arrivait en foule de tous les côtés. A midi, la cour du château, la place d'Armes et les avenues environnantes étaient inondées de spectateurs. Le roi descendit sur l'estrade avec sa famille; il fit le tour du ballon, et se fit rendre compte par Montgolfier des dispositions et des préparatifs de l'expérience. A une heure, une décharge de mousqueterie annonça que la machine allait se remplir. On brûla quatre-vingts livres de paille et cinq livres de laine. La machine déploya ses replis, se gonfla rapidement, et développa sa forme imposante. Une seconde décharge annonça qu'on était

prêt à partir. A la troisième, les cordes furent coupées, et l'aérostat s'éleva pompeusement au milieu des acclamations de la foule. Il atteignit rapidement à une grande hauteur en décrivant une ligne inclinée à l'horizon que le vent du sud le força de prendre, et demeura ensuite immobile. Cependant il ne resta que peu de temps en l'air. Une déchirure de sept pieds, amenée par un coup de vent subit au moment du départ, l'empêcha de se soutenir longtemps. Il tomba, dix minutes après son ascension, à une lieue de Versailles, dans le bois de Vaucresson. Deux gardes-chasse, qui se trouvaient dans le bois, virent la machine descendre avec lenteur et ployer les hautes branches des arbres sur lesquels elle se reposa. La corde qui retenait la cage d'osier s'embarrassa dans les rameaux, la cage tomba, les animaux en sortirent sans accident.

Le premier qui accourut pour dégager le ballon et pour reconnaître comment les animaux avaient supporté le voyage fut Pilâtre des Rosiers. Il suivait avec une passion ardente ces expériences, qui devaient faire un jour son martyre et sa gloire.

CHAPITRE II.

Premier voyage aérien exécuté par Pilâtre des Rosiers et le marquis d'Arlandes. — Ascension de Charles et de Robert aux Tuileries.

On croyait désormais pouvoir, avec quelque confiance, transformer les ballons en appareils de navigation aérienne. Étienne Montgolfier se mit donc à construire, dans les jardins du faubourg Saint-Antoine, un ballon disposé de manière à recevoir des voyageurs. Les dimensions de cette nouvelle machine étaient considérables; elle n'avait pas moins de vingt

mètres de hauteur sur seize de diamètre, et pouvait contenir vingt mille mètres cubes d'air. On disposa autour de la partie extérieure de l'orifice du ballon une galerie circulaire d'osier recouverte de toile, destinée à recevoir les aéronautes; cette galerie avait un mètre de large, une balustrade la protégeait et permettait d'y circuler commodément : on pouvait ainsi faire le tour de l'orifice extérieur de l'aérostat. L'ouverture de la machine était donc parfaitement libre, et c'est au milieu de cette ouverture que se trouvait, suspendu par des chaînes, le réchaud de fil de fer dont la combustion devait entraîner l'appareil. On avait emmagasiné dans une partie de la galerie une provision de paille pour donner aux aéronautes la faculté de s'élever à volonté en activant le feu.

Le ballon étant construit, on commença le 15 octobre à essayer de s'en servir comme d'un navire aérien. On le retenait captif au moyen de longues cordes qui ne lui permettaient de monter que jusqu'à une certaine hauteur. Pilâtre des Rosiers en fit l'essai le premier; il s'éleva à diverses reprises de toute la longueur des cordes. Les jours suivants, quelques autres personnes, enhardies par son exemple, l'accompagnèrent dans ces essais préliminaires, qui donnaient beaucoup d'espoir pour le succès de l'expérience définitive. Tout le monde remarquait l'adresse de Pilâtre et l'intrépide ardeur avec laquelle il se livrait à ces difficiles manœuvres. Dans l'une de ces expériences, le ballon, chassé par le vent, vint tomber sur la cime des arbres; les assistants jetèrent un cri d'effroi, car la machine s'engageait dans les branches et menaçait de verser les voyageurs; mais Pilâtre, sans s'émouvoir, prit avec sa longue fourche de fer une énorme botte de paille qu'il jeta dans le feu : le ballon se dégagea aussitôt, et remonta aux applaudissements des spectateurs.

On se pressait en foule à la porte du jardin de Réveillon pour contempler de loin ces intéressantes manœuvres. Pen-

dant les journées du 15, du 17 et du 19 octobre, l'affluence était si considérable dans le faubourg Saint-Antoine, sur les boulevards et jusqu'à la porte Saint-Martin, que, sur tous ces points, la circulation était devenue impossible. Comme on craignait avec raison que l'encombrement excessif des curieux dans les rues de la ville n'amenât des embarras ou des dangers, on se décida à faire l'ascension hors de Paris. Le dauphin offrit à Montgolfier les jardins de son château de la Muette, au bois de Boulogne.

Cependant, à mesure qu'approchait le moment décisif, Montgolfier hésitait; il concevait des craintes sur le sort réservé au courageux aéronaute qui ambitionnait l'honneur de tenter les hasards de la navigation aérienne. Il demandait, il exigeait des essais nouveaux. Il faut reconnaître, en effet, que le projet de Pilâtre avait de quoi effrayer les cœurs les plus intrépides. Quatre mois s'étaient à peine écoulés depuis la découverte des aérostats, et le temps n'avait pu permettre encore d'étudier toutes les conditions, d'apprécier tous les écueils d'une ascension à ballon perdu. On ne s'était pas encore avisé de munir les aérostats de cette soupape salutaire qui, en ouvrant issue au gaz intérieur, donne les moyens d'effectuer la descente sans difficulté ni embarras; d'ailleurs, avec les ballons à feu, ce moyen perd, comme on le sait, toute sa valeur. On n'avait pas encore imaginé ce *lest*, le *palladium* des aéronautes, qui permet de s'élever à volonté, et donne ainsi les moyens de choisir le lieu du débarquement. En outre, la présence d'un foyer incandescent au milieu d'une masse aussi inflammable que l'enveloppe d'un ballon, ouvrait évidemment la porte à tous les dangers. Ce tissu de toile et de papier pouvait s'embraser au milieu des airs, et précipiter les imprudents aéronautes, ou bien, le feu venant à manquer par un accident quelconque, l'appareil était entraîné vers la terre par une chute terrible. Le combustible entassé dans la galerie offrait encore à l'in-

cendie un aliment redoutable : la flamme du réchaud pouvait se communiquer à la paille, et propager ainsi la combustion à l'enveloppe du ballon. Enfin, des flammèches tombées du foyer pouvaient, au milieu des campagnes, descendre sur les granges ou les édifices, et semer l'incendie sur la route de l'aérostat.

Ainsi Montgolfier temporisait et demandait des essais nouveaux. A l'exemple de toutes les commissions académiques, la commission de l'Académie des sciences ne se prononçait pas. Le roi eut connaissance de ces difficultés. Après mûr examen, il s'opposa à l'expérience, et donna au lieutenant de police l'ordre d'empêcher le départ. Il permettait seulement que l'expérience fût tentée avec deux condamnés que l'on embarquerait dans la machine.

Pilâtre des Rosiers s'indigne à cette proposition. « Eh quoi ! de vils criminels auraient les premiers la gloire de s'élever dans les airs ! Non, non, cela ne sera point ! » Il conjure, il supplie ; il s'agite de cent manières, il remue la ville et la cour ; il s'adresse aux personnes le plus en faveur à Versailles, il s'empare de la duchesse de Polignac, gouvernante des enfants de France et toute-puissante sur l'esprit de Louis XVI. Celle-ci plaide chaleureusement sa cause auprès du roi. Le marquis d'Arlandes, gentilhomme du Languedoc, major dans un régiment d'infanterie, avait fait avec lui une ascension en ballon captif; Pilâtre le dépêche vers le roi. Le marquis d'Arlandes proteste que l'ascension ne présente aucun danger, et comme preuve de son affirmation, il offre d'accompagner Pilâtre dans son voyage aérien. Sollicité de tous les côtés, vaincu par tant d'insistances, Louis XVI se rendit.

Le 21 octobre 1783, à une heure de l'après-midi, en présence du dauphin et de sa suite, rassemblés dans les beaux jardins de la Muette, Pilâtre des Rosiers et le marquis d'Arlandes exécutèrent ensemble le premier voyage aérien. Malgré un vent violent et un ciel orageux, la machine s'éleva avec

rapidité. Arrivée à la hauteur de cent mètres, les voyageurs ôtèrent leurs chapeaux pour saluer la multitude qui s'agitait au-dessous d'eux, partagée entre l'admiration et la crainte. La machine continua de s'élever majestueusement, et bientôt il ne fut plus possible de distinguer les nouveaux Argonautes. On vit l'aérostat longer l'île des Cygnes et filer au-dessus de la Seine, jusqu'à la barrière de la Conférence, où il traversa la rivière. Il se maintenait toujours à une très grande hauteur, de telle manière que les habitants de Paris, qui accouraient en foule de toutes parts, pouvaient l'apercevoir du fond des rues les plus étroites. Les tours de Notre-Dame étaient couvertes de curieux, et la machine, en passant entre le soleil et le point qui correspondait à l'une des tours, y produisit une éclipse de nouveau genre. Enfin l'aérostat, s'élevant ou s'abaissant plus ou moins en raison de la manœuvre des voyageurs aériens, passa entre l'hôtel des Invalides et l'École militaire, et après avoir plané sur les Missions étrangères, s'approcha de Saint-Sulpice. Alors les navigateurs, ayant forcé le feu pour quitter Paris, s'élevèrent et trouvèrent un courant d'air qui, les dirigeant vers le sud, leur fit dépasser le boulevard, et les porta dans la plaine, au delà du mur d'enceinte, entre la barrière d'Enfer et la barrière d'Italie. Le marquis d'Arlandes, trouvant que l'expérience était complète, et pensant qu'il était inutile d'aller plus loin dans un premier essai, cria à son compagnon : « Pied à terre ! » Ils cessèrent le feu, la machine s'abattit lentement, et se reposa sur la *Butte aux Cailles*, entre le Moulin-Vieux et le Moulin-des-Merveilles.

En touchant la terre, le ballon s'affaissa presque entièrement sur lui-même. Le marquis d'Arlandes sauta hors de la galerie; mais Pilâtre des Rosiers s'embarrassa dans les toiles, et demeura quelque temps comme enseveli sous les plis de la machine qui s'était abattue de son côté. Était-ce là un présage et comme un avertissement de la fin sinistre qui l'attendait?

La machine fut repliée, mise dans une voiture et ramenée dans les ateliers du faubourg Saint-Antoine. Les voyageurs n'avaient ressenti durant le trajet aérien aucune impression pénible; ils étaient tout entiers à l'orgueil et à la joie de leur triomphe. Le marquis d'Arlandes monta aussitôt à cheval et vint rejoindre ses amis au château de la Muette. On l'accueillit avec des pleurs de joie et d'ivresse. Parmi les personnes qui avaient assisté aux préparatifs du voyage, on remarquait Benjamin Franklin : on aurait dit que le nouveau monde avait envoyé le grand homme pour assister à cet événement mémorable. C'est à cette occasion que Franklin pronouça un mot souvent répété. On disait devant lui : « A quoi peuvent servir les ballons? — A quoi peut servir l'enfant qui vient de naître? » répliqua le philosophe américain (1).

Le but que Pilâtre des Rosiers s'était proposé dans cette périlleuse entreprise était avant tout scientifique. Il fallait, sans plus tarder, s'efforcer de tirer parti, pour l'avancement de la physique et de la météorologie, de ce moyen nouveau d'expérimentation. Mais on reconnut bien vite que l'appareil dont Pilâtre s'était servi, c'est-à-dire le ballon à feu ou la *montgolfière*, comme on l'appelait déjà, ne pouvait rendre, à ce point de vue, que de médiocres services. En effet, le poids de la quantité considérable de combustible que l'on devait emporter, joint à la faible différence qui existe entre la densité de l'air échauffé et la densité de l'air ordinaire, ne permettait pas d'atteindre à de grandes hauteurs. En outre, la nécessité constante d'alimenter le feu absorbait tous les moments des aéronautes, et leur ôtait les moyens de se livrer aux expériences et à l'observation des instruments. On comprit dès lors que les ballons à gaz hydrogène pourraient seuls offrir la sécurité et la commodité indispensables à l'exécution des voyages aériens.

(1) Voyez à la fin du volume (Note I) la relation faite par le marquis d'Arlandes de ce premier voyage aérien.

Aussi, quelques jours après, deux hardis expérimentateurs, Charles et Robert, annonçaient par la voie des journaux le programme d'une ascension dans un aérostat à gaz inflammable. Ils ouvrirent une souscription de dix mille francs pour *un globe de soie devant porter deux voyageurs, lesquels s'enlèveraient à ballon perdu, et tenteraient en l'air des observations et des expériences de physique.* La souscription fut remplie en quelques jours.

Le voyage aérien de Pilâtre des Rosiers et du marquis d'Arlandes avait été surtout un trait d'audace. Sur la foi de leur courage et sans aucune précaution, ils avaient accompli l'une des entreprises les plus extraordinaires que l'homme ait jamais exécutées; l'ascension de Charles et Robert présenta des conditions toutes différentes. Préparée avec maturité, calculée avec une rare intelligence, elle révéla tous les services que peut rendre, dans un cas pareil, le secours des connaissances scientifiques. On peut dire qu'à propos de cette ascension, Charles créa tout d'un coup et tout d'une pièce l'art de l'aérostation. En effet, c'est à ce sujet qu'il imagina la soupape qui donne issue au gaz hydrogène et détermine ainsi la descente lente et graduelle de l'aérostat, — la nacelle où s'embarquent les voyageurs, — le filet qui supporte et soutient la nacelle, — le lest qui règle l'ascension et modère la chute, — l'enduit de caoutchouc appliqué sur le tissu du ballon, qui rend l'enveloppe imperméable et prévient la déperdition du gaz, — enfin l'usage du baromètre, qui sert à mesurer à chaque instant, par l'élévation ou la dépression du mercure, les hauteurs que l'aéronaute occupe dans l'atmosphère. Pour cette première ascension, Charles créa donc tous les moyens, tous les artifices, toutes les précautions ingénieuses qui composent l'art de l'aérostation. On n'a rien changé et l'on n'a presque rien ajouté depuis cette époque aux dispositions imaginées par ce physicien.

C'est au talent dont il fit preuve dans cette circonstance que Charles a dû de préserver sa mémoire de l'oubli. Quoique physicien très habile et très exercé, Charles n'a laissé presque aucun travail dans la science et n'a rien publié sur la physique. Seulement il avait acquis, comme professeur, une réputation considérable. On accourait en foule à ses leçons. Les découvertes de Franklin avaient mis à la mode les expériences sur l'électricité; Charles avait formé un magnifique cabinet de physique, et il faisait, dans une des salles du Louvre, des cours publics où tout Paris venait l'entendre. Son enseignement a laissé des souvenirs qui ne sont pas encore effacés. Il avait surtout l'art de donner à ses expériences une sorte de grandeur théâtrale qui étonnait toujours et frappait très vivement les esprits. S'il étudiait la chaleur rayonnante, il incendiait des corps à des distances extraordinaires; dans ses démonstrations du microscope, il amplifiait les objets de manière à obtenir des grossissements énormes; dans ses leçons sur l'électricité, il foudroyait les animaux; et s'il voulait montrer l'existence de l'électricité libre dans l'atmosphère, il faisait descendre le fluide des nuages, et tirait de ses conducteurs des étincelles de dix pieds de long qui éclataient avec le bruit d'une arme à feu. La clarté de ses démonstrations, l'élégance de sa parole, sa stature élevée, la beauté de ses traits, la sonorité de sa voix, et jusqu'à son costume étrange, composé d'une robe à la Franklin, tout ajoutait à l'effet de ses discours. C'est ainsi que le professeur Charles était parvenu à obtenir dans Paris une renommée immense. Aussi, lorsqu'au 10 août le peuple envahit les Tuileries et le Louvre où il s'était logé, on respecta sa demeure et l'on passa en silence devant le savant illustre dont tout Paris avait écouté et applaudi les leçons (1).

(1) C'est le physicien Charles qui a été le héros de l'aventure, assez connue d'ailleurs, où Marat joua un rôle si bien en rapport avec ses habitudes et son caractère. Tout le monde sait que Marat était médecin, et

Un mois avait suffi au zèle et à l'heureuse intelligence de Charles pour disposer tous les moyens ingénieux et nouveaux dont il enrichissait l'art naissant de l'aérostation. Le 26 novembre 1783, un ballon de neuf mètres de diamètre, muni de son filet et de sa nacelle, était suspendu au milieu de la grande allée des Tuileries, en face du château. Le grand bassin situé devant le pavillon de l'Horloge reçut l'appareil pour la production de l'hydrogène. Cet appareil se composait de vingt-cinq tonneaux munis de tuyaux de plomb, aboutissant à une cuve remplie d'eau destinée à laver le gaz : un tube d'un plus grand diamètre dirigeait l'hydrogène dans l'intérieur du ballon. L'opération fut lente et présenta quelques difficultés; elle ne fut pas même sans dangers. Dans la nuit, un lampion ayant été placé trop près de l'un des tonneaux, le gaz s'enflamma et il y eut une explosion terrible. Heureusement un robinet fermé à temps empêcha que la combustion ne se propageât jusqu'à l'aérostat. Tout fut réparé, et quelques jours après le ballon était rempli.

Le 1er décembre 1783, la moitié de Paris se pressait aux

que dans sa jeunesse il s'était occupé de travaux relatifs à la physique. Il a écrit un ouvrage sur l'électricité et un autre sur l'optique, dans lequel il combat les vues de Newton. Marat se présente un jour chez le professeur Charles pour lui exposer ses idées touchant les théories de Newton, et pour lui proposer quelques objections relativement aux phénomènes électriques qui faisaient grand bruit à cette époque. Charles ne partageait aucune des opinions de son interlocuteur, et il ne se fit pas scrupule de les combattre. Marat oppose l'emportement à la raison ; chaque argument nouveau ajoute à sa fureur, il se contient avec peine ; enfin, à un dernier trait, sa colère déborde, il tire une petite épée qu'il portait toujours et se précipite sur son adversaire. Charles était sans armes, mais sa vigueur et son adresse ont bientôt triomphé de l'aveugle fureur de Marat. Il lui arrache son épée, la brise sur son genou, et en jette à terre les débris. Succombant à la honte et à la colère, Marat perdit connaissance : on le porta chez lui évanoui. Quelques années après, aux jours de la sinistre puissance de Marat, le souvenir de cette scène troublait singulièrement le repos du professeur Charles. Heureusement l'*ami du peuple* avait oublié les injures du savant.

environs du château des Tuileries; à midi, les corps académiques et les souscripteurs qui avaient payé leur place quatre louis furent introduits dans une enceinte particulière construite pour eux autour du bassin. Les simples souscripteurs à 3 francs le billet se répandirent dans le reste du jardin. A l'extérieur, les fenêtres, les combles et les toits, les quais qui longent les Tuileries, le Pont-Royal et la place Louis XV, étaient couverts d'une foule immense. Le ballon, gonflé de gaz, se balançait et ondulait mollement dans l'air: c'était un globe de soie à bandes alternativement jaunes et rouges; le char placé au-dessous était bleu et or.

Cependant le bruit se répand dans la foule que Charles et Robert ont reçu un ordre du roi qui, en raison du danger de l'expérience, leur défend de monter dans la nacelle. On ne savait pas précisément ce qui avait pu inspirer au roi une telle sollicitude, mais le fait était certain. Charles, indigné, se rend aussitôt chez le ministre, le baron de Breteuil, qui donnait en ce moment son audience; il lui représente avec force que le roi est maître de sa vie, mais non de son honneur; qu'il a pris avec le public des engagements sacrés qu'il ne peut trahir, et qu'il se brûlera la cervelle plutôt que d'y manquer; qu'au surplus c'est une pitié fausse et cruelle que l'on a inspirée au roi. Le baron de Breteuil comprit tout le fondement de ces reproches, et n'ayant pas le temps d'instruire le roi des difficultés que son ordre avait provoquées, il prit sur lui d'en autoriser la transgression.

On continuait néanmoins à affirmer, parmi les spectateurs réunis aux Tuileries, que l'ascension n'aurait pas lieu. Les partisans de Montgolfier et ceux du professeur Charles étaient divisés en deux camps ennemis qui cherchaient tous les moyens de se combattre. On prétendait que l'ordre du roi avait été secrètement sollicité par Charles et Robert pour se dispenser de monter dans la nacelle. Ces discours calomnieux étaient soute-

nus par l'épigramme suivante, que l'on distribuait à profusion dans la foule :

Profitez-bien, Messieurs, de la commune erreur :
La recette est considérable.
C'est un tour de Robert le Diable,
Mais non pas de Richard-sans-Peur.

Ces propos méchants ne tardèrent pas à être démentis. A une heure et demie, le bruit du canon annonce que l'ascension va s'exécuter. La nacelle est lestée, on la charge des approvisionnements et des instruments nécessaires. Pour connaître la direction du vent, on commence par lancer un petit ballon de soie verte de deux mètres de diamètre. Charles s'avance vers Étienne Montgolfier, tenant ce petit ballon à l'aide d'une corde, et il le prie de vouloir bien le lancer lui-même : « C'est à vous, Monsieur, lui dit-il, qu'il appartient de nous ouvrir la route des cieux. » Le public comprit le bon goût et la délicatesse de cette pensée, il applaudit; le petit aérostat s'envola vers le nord-est, faisant reluire au soleil sa brillante couleur d'émeraude.

Le canon retentit une seconde fois; les voyageurs prennent place dans la nacelle, les cordes sont coupées, et le ballon s'élève avec une majestueuse lenteur. L'admiration et l'enthousiasme éclatent alors de toutes parts : des applaudissements immenses ébranlent les airs; les soldats rangés autour de l'enceinte présentent les armes, les officiers saluent de leur épée, et la machine continue de s'élever doucement au milieu des acclamations de trois cent mille spectateurs.

Le ballon, arrivé à la hauteur de Monceau, resta un moment stationnaire, il vira ensuite de bord et suivit la direction du vent. Il traversa une première fois la Seine entre Saint-Ouen et Asnières, la passa une seconde fois non loin d'Argenteuil, et plana successivement sur Sannois, Franconville, Eau-Bonne,

Saint-Leu-Taverny, Villiers et l'Ile-Adam. Après un trajet d'environ neuf lieues, en s'abaissant et s'élevant à volonté au moyen du lest qu'ils jetaient, les voyageurs descendirent à quatre heures moins un quart dans la prairie de Nesles, à neuf lieues de Paris. Robert descendit du char; mais Charles voulut recommencer le voyage afin de procéder à quelques observations de physique. Pour atteindre à une plus grande hauteur, il repartit seul. En moins de dix minutes, il parvint à une élévation de près de quatre mille mètres. Là il se livra à de rapides observations de physique. Une demi-heure après, le ballon redescendait doucement à deux lieues de son second point de départ. Charles fut reçu à sa descente par M. Farrer, gentilhomme anglais, qui le conduisit à son château, où il passa la nuit (1).

Quand les détails de cette belle excursion aérienne furent connus dans Paris, ils y causèrent une sensation extraordinaire. Le lendemain une foule considérable se rassemblait devant la demeure de Charles pour le féliciter; il n'était pas encore de retour, et à son arrivée il reçut du peuple une véritable ovation. Lorsqu'il se rendit au Palais-Royal pour remercier le duc de Chartres, au sortir du palais on le prit sur le perron et on le porta en triomphe jusqu'à sa voiture.

Les récompenses académiques ne manquèrent pas non plus aux courageux voyageurs. Dans sa séance du 9 décembre, l'Académie des sciences de Paris, présidée par M. de Saron, décerna le titre d'associé surnuméraire à Charles et à Robert, ainsi qu'à Pilâtre des Rosiers et au marquis d'Arlandes. Enfin, le roi accorda au premier une pension de deux mille livres. Il voulut même que l'Académie des sciences ajoutât le nom de Charles à celui de Montgolfier sur la médaille que l'on se pro-

(1) Voyez à la fin du volume (Note II) la relation que Charles nous a laissée de son voyage aérien.

posait de consacrer à l'invention des aérostats. Charles aurait dû avoir la modestie ou le bon goût de refuser cet honneur. Il avait, sans nul doute, perfectionné les aérostats et indiqué les moyens de rendre praticables les voyages aériens; mais le mérite tout entier de l'invention réside dans le principe que les Montgolfier avaient pour la première fois mis en pratique : la gloire de la découverte devait leur revenir sans partage.

Après cette ascension mémorable, qui porta si loin la renommée de Charles, on est étonné d'apprendre que ce physicien ne recommença jamais l'expérience, et que le cours de sa carrière aérostatique ne s'étendit pas plus loin. Comment le désir de féconder sa découverte ne l'entraîna-t-il pas cent fois au sein des nuages? On l'ignore (1). C'est sans doute le cas de répéter le mot du grand Condé : « Il eut du courage ce jour-là. »

CHAPITRE III.

Troisième voyage aérien exécuté à Lyon, ascension du ballon *le Flesselles*. — Première ascension de Blanchard au Champ de Mars de Paris. — Voyage aérien de Proust et Pilâtre des Rosiers à Versailles. — Ascension du duc de Chartres à Saint-Cloud. — Blanchard traverse en ballon le Pas-de-Calais. — Mort de Pilâtre des Rosiers.

L'intrépidité et la science des premiers navigateurs aériens avaient ouvert dans les cieux une route nouvelle; elle fut suivie avec une incomparable ardeur. En France et dans les

(1) On a dit qu'en descendant de sa nacelle, Charles avait juré de ne plus s'exposer à ces périlleuses expéditions, tant avait été forte l'impression qu'il ressentit au moment où Robert, étant descendu, le ballon, subitement déchargé de ce poids, l'emporta dans les airs avec la rapidité d'une flèche.

autres parties de l'Europe, on vit bientôt s'accomplir un grand nombre de voyages aérostatiques. Cependant, pour ne pas étendre hors de toute proportion les bornes de cette notice, nous nous contenterons de rappeler les ascensions les plus remarquables de cette époque.

Lyon n'avait encore été témoin d'aucune expérience aérostatique ; c'est dans cette ville que s'exécuta le troisième voyage aérien.

Au mois d'octobre 1783, quelques personnes distinguées de Lyon voulurent répéter l'expérience exécutée à Versailles par Étienne Montgolfier. M. de Flesselles, intendant de la province, ouvrit une souscription qui fut promptement remplie, et, sur ces entrefaites, Joseph Montgolfier étant arrivé à Lyon, on le pria de vouloir bien diriger lui-même la construction de la machine. On se proposait de fabriquer un aérostat d'un très grand volume, qui enlèverait un cheval ou quelques autres animaux. Montgolfier fit construire un aérostat immense; il avait quarante-trois mètres de hauteur et trente-cinq de diamètre. C'est la plus vaste machine qui se soit jamais élevée dans les airs. Seulement on avait visé à l'économie, et l'on n'avait obtenu qu'un appareil de construction assez grossière, formé d'une double enveloppe de toile d'emballage recouvrant trois feuilles d'un fort papier. Les travaux étaient fort avancés, lorsqu'on reçut la nouvelle de l'ascension de Charles aux Tuileries, événement qui produisit en France une sensation extraordinaire. Aussitôt le comte de Laurencin, associé de l'Académie de Lyon, demanda que la destination de l'aérostat fût changée, et qu'on le consacrât à entreprendre un voyage aérien. Trente personnes se firent inscrire à la suite de Montgolfier et du comte de Laurencin pour prendre part au voyage : Pilâtre des Rosiers arriva de Paris avec le même projet ; il était accompagné du comte de Dampierre, du comte de Laporte et du prince Charles, fils aîné du prince de Ligne. On ne se proposait rien moins que

de se rendre, par la voie de l'air, à Marseille, à Avignon ou à Paris, selon la direction du vent.

Cependant Pilâtre des Rosiers reconnut avec chagrin que cette immense machine, conçue dans un autre but, était tout à fait impropre à porter des voyageurs. Il proposa et fit exécuter, avec l'assentiment de Montgolfier, différentes modifications pour l'approprier à sa destination nouvelle. Elles ne se firent qu'avec beaucoup de difficultés et à travers mille obstacles. En outre, le mauvais temps, qui ne cessa de régner pendant trois mois, endommagea beaucoup la gigantesque machine. On ne put la transporter aux Brotteaux sans des peines infinies. Les préparatifs et les essais préliminaires occasionnèrent de très longs retards; on fut obligé de remettre plusieurs fois l'ascension, et lorsque vint enfin le jour fixé pour le départ, la neige qui tomba en grande quantité nécessita un nouvel ajournement. Les habitants de Lyon, qui n'avaient encore assisté à aucune expérience aérostatique, doutaient fort du succès et n'épargnaient pas les épigrammes. Le comte de Laurencin, un des futurs matelots de ce vaste équipage, reçut le quatrain suivant :

Fiers assiégeants du séjour du tonnerre,
Calmez votre colère.
Eh! ne voyez-vous pas que Jupiter tremblant
Vous demande la paix par son pavillon blanc ?

Le trait était vif. M. de Laurencin, qui n'était pas poëte, mais qui ne manquait pas pour cela ni de cœur ni d'esprit, répondit, en prose, qu'il se chargeait d'aller chercher luimême les clauses de l'armistice.

Cependant les aéronautes, piqués au jeu, accélérèrent leurs préparatifs, et quelques jours après tout fut disposé pour l'ascension. Elle se fit aux Brotteaux, le 5 janvier 1784. En dix-sept minutes, le ballon fut gonflé et prêt à partir. Six voyageurs

montèrent dans la galerie : c'étaient Joseph Montgolfier, à qui l'on avait décerné le commandement de l'équipage, Pilâtre des Rosiers, le prince de Ligne, le comte de Laurencin, le comte de Dampierre et le comte Laporte d'Anglefort.

La machine avait considérablement souffert par la neige et la gelée, elle était criblée de trous; le filet, qu'un accident avait détruit la veille, était remplacé par seize cordes qui ne pesaient pas également sur toutes les parties du globe et contrariaient son équilibre; aussi Pilâtre des Rosiers reconnut bien vite que l'expérience tournerait mal si l'on persistait à prendre six voyageurs; trois personnes étaient la seule charge que l'aérostat pût supporter sans danger. Mais toutes ses observations furent inutiles : personne ne voulut consentir à descendre; quelques-uns de ces gentilshommes intraitables allèrent même jusqu'à porter la main à la garde de leur épée pour défendre leurs droits. C'est en vain que l'on offrit de tirer les noms au sort : il fallut donner le signal du départ. Tout n'était pas fini cependant : les cordes qui retenaient l'aérostat étaient à peine coupées, et la machine commençait seulement à perdre terre, lorsque l'on vit un jeune négociant de la ville, nommé Fontaine, qui avait pris quelque part à la construction de la machine, s'élancer d'une enjambée dans la galerie, et au risque de faire chavirer l'équipage, s'installer de force au milieu des voyageurs. On renforça le feu, et malgré cette nouvelle surcharge, le ballon commença de s'élever.

On comprend aisément l'admiration que dut faire naître dans la foule l'ascension de cet énorme aérostat, dont la voûte offrait les dimensions de la coupole de la Halle aux blés de Paris. Il avait la forme d'une sphère terminée à sa partie inférieure par un cône tronqué autour duquel régnait une large galerie où se tenaient les sept voyageurs. La calotte supérieure était blanche, le reste grisâtre, et le cône composé de bandes de laine de différentes couleurs. Aux deux côtés du globe étaient atta-

chés deux médaillons, dont l'un représentait l'Histoire et l'autre la Renommée. Enfin il portait un pavillon aux armes de l'intendant de la province, avec ces mots : *le Flesselles*.

Le ballon n'était pas depuis un quart d'heure dans les airs, quand il se fit dans l'enveloppe une déchirure de quinze mètres de long. Le volume énorme de la machine, le nombre des voyageurs, le poids excessif du lest, le mauvais état des toiles fatiguées par de trop longues manœuvres, tout avait rendu inévitable cet accident, qui faillit avoir des suites funestes. Parvenu en ce moment à huit cents mètres de hauteur, l'aérostat s'abattit avec une rapidité effrayante. On vit aussitôt, à en croire les relations de l'époque, soixante mille personnes courir vers l'endroit où la machine allait tomber. Heureusement, et grâce à l'adresse de Pilâtre, cette descente rapide n'entraîna pas de suites graves, et les voyageurs en furent quittes pour un choc un peu rude. On aida les aéronautes à se dégager des toiles qui les enveloppaient : Joseph Montgolfier avait été le plus maltraité.

Cette ascension fit beaucoup de bruit et fut jugée très diversement. Les journaux en donnèrent les appréciations les plus opposées. En définitive, l'entreprise parut avoir échoué, mais ses courageux auteurs reçurent les hommages qui leur étaient dus. M. Mathon de Lacour, directeur de l'Académie de Lyon, raconte ainsi l'accueil qu'ils reçurent dans la soirée :

« Le même jour, dit M. Mathon de Lacour, on devait donner l'opéra d'*Iphigénie en Aulide*. Le public s'y porta en foule dans l'espérance d'y voir les voyageurs aériens. Le spectacle était commencé lorsque M. et madame de Flesselles entrèrent dans leur loge, accompagnés de MM. de Montgolfier et Pilâtre des Rosiers. Les applaudissements et les cris se firent entendre dans toute la salle ; les autres voyageurs furent reçus avec le même transport. Le parterre cria de recommencer le spectacle, et l'on baissa la toile. Quelques minutes après, la toile fut levée, et l'acteur qui remplissait le rôle d'Agamemnon s'avança avec des couronnes que

madame l'intendante distribua elle-même aux illustres voyageurs. M. Pilâtre des Rosiers posa celle qu'il avait reçue sur la tête de M. de Montgolfier, et le prince Charles posa aussi celle qu'on lui avait offerte sur la tête de madame de Montgolfier. L'acteur, qui était rentré dans sa tente, en sortit pour chanter un couplet qui fut vivement applaudi. Quelqu'un ayant indiqué à M. l'intendant l'un des voyageurs (M. Fontaine), qui se trouvait au parterre, M. l'intendant et M. de Fay, commandant, descendirent pendant l'entr'acte et lui apportèrent la couronne. Quand l'actrice qui jouait le rôle de Clytemnestre chanta le morceau :

Que j'aime à voir ces hommages flatteurs !

le public en fit aussitôt l'application et fit recommencer le morceau, que l'actrice répéta en se tournant vers les loges ou étaient les voyageurs. Après le spectacle, ils furent reconduits avec les mêmes applaudissements ; ils soupèrent chez M. le commandant, et l'on ne cessa pendant toute la nuit de leur donner des sérénades.

» Deux jours après, M. Pilâtre des Rosiers, ayant paru au bal, y reçut de nouveaux témoignages de la plus vive admiration ; et le jeudi 22, lorsqu'il partit pour Dijon, pour se rendre de là à Paris, il fut accompagné comme en triomphe par une cavalcade nombreuse des jeunes gens les plus distingués de la ville. »

Cependant l'opinion générale était pour les mécontents. On chansonna les voyageurs, on chansonna l'aérostat lui-même ; on fut injuste envers les hardis matelots du *Flesselles*. C'est ainsi que le *Journal de Paris*, qui raconte avec tant de complaisance les ascensions aérostatiques de cette époque, ne consacre que quelques lignes au récit de ce voyage qu'il avait annoncé trois mois auparavant avec beaucoup de pompe. Enfin on fit courir à Paris le quatrain suivant :

Vous venez de Lyon ; parlez-nous sans mystère :
Le globe est-il parti ? Le fait est-il certain ?
— Je l'ai vu. — Dites-nous : allait-il bien grand train ?
— S'il allait... Oh ! monsieur, il allait ventre à terre.

L'épigramme et l'esprit étaient l'arme innocente de ces temps heureux.

Le quatrième voyage aérien eut lieu en Italie. Le chevalier Andréani fit construire par les frères Gerli, architectes, une magnifique montgolfière, et il rendit les habitants de Milan témoins d'une belle ascension qu'il exécuta lui-même, et qui ne présenta d'ailleurs aucune circonstance digne d'être notée.

C'est à cette époque qu'eut lieu à Paris la première ascension de Blanchard, dont le nom était destiné à devenir fameux dans les fastes de l'aérostation. Avant la découverte des ballons, Blanchard, qui possédait le génie ou tout au moins le goût des arts mécaniques, s'était appliqué à trouver un mécanisme propre à naviguer dans les airs. Il avait construit un *bateau volant*, machine atmosphérique armée de rames et d'agrès, avec laquelle il se soutenait quelque temps dans l'air jusqu'à quatre-vingts pieds de hauteur. En 1782, il avait exposé sa machine dans les jardins du grand hôtel de la rue Taranne, où se trouve aujourd'hui un établissement de bains. La découverte des aérostats qui survint sur ces entrefaites détermina Blanchard à abandonner les recherches de ce genre, et il se fit aéronaute.

Sa première ascension au Champ de Mars présenta une circonstance digne d'être notée au point de vue scientifique ; c'est le 2 mars 1784 qu'elle fut exécutée en présence de tout Paris, que le brillant succès des expériences précédentes avait rendu singulièrement avide de ce genre de spectacle. Blanchard avait jugé utile d'adapter à son ballon les rames et le mécanisme de son bateau volant ; il espérait en tirer parti pour se diriger ou pour résister à l'impulsion de l'air. Il monta dans la nacelle, ayant à ses côtés un moine bénédictin, le physicien dom Pech, enthousiaste des ballons. On coupa les cordes ; mais le ballon ne s'éleva pas au delà de cinq mètres : il s'était troué pendant les manœuvres, et le poids qu'il devait entraîner

était trop lourd pour son volume. Il tomba rudement à terre, et la nacelle éprouva un choc des plus violents. Le bon père jugea prudent de quitter la place. Blanchard répara promptement le dommage, et il s'apprêtait à repartir seul, lorsqu'un jeune homme perce la foule, se jette dans la nacelle, et veut absolument partir avec lui. Toutes les remontrances, toutes les prières de Blanchard furent inutiles. « Le roi me l'a permis! » criait l'obstiné. Blanchard, ennuyé du contre-temps, le saisit au corps pour le précipiter de la nacelle; mais le jeune homme tire son épée, fond sur lui et le blesse au poignet. On se saisit enfin de ce dangereux amateur, et Blanchard put s'élancer. On a prétendu que ce jeune homme n'était rien moins que Bonaparte, alors élève à l'École militaire. Dans ses Mémoires, Napoléon a pris la peine de démentir ce fait : le jeune homme dont il s'agit était un de ses camarades nommé Dupont de Chambon, élève comme lui de l'École militaire, et qui avait fait avec ses camarades le pari de monter dans le ballon.

Blanchard s'éleva au-dessus de Passy, et vint descendre dans la plaine de Billancourt, près de la manufacture de Sèvres; il ne resta que cinq quarts d'heure dans l'air. Cette ascension si courte fut marquée néanmoins par une circonstance curieuse. Tout le monde sait aujourd'hui qu'un aérostat ne doit jamais être entièrement gonflé au moment du départ : on le remplit seulement aux trois quarts environ. Il serait dangereux, en quittant la terre, de l'enfler complétement; car, à mesure que l'on s'élève, les couches atmosphériques diminuant la densité, le gaz hydrogène renfermé dans l'aérostat acquiert plus d'expansion en raison de la diminution de résistance de l'air extérieur. Les parois du ballon céderaient donc à l'effort du gaz, si on ne lui ouvrait pas une issue; aussi l'aéronaute observe-t-il avec beaucoup d'attention l'état de l'aérostat, et lorsque ses parois très distendues indiquent une grande expansion du gaz

intérieur, il ouvre la soupape et laisse échapper un peu d'hydrogène. Blanchard, tout à fait dépourvu de connaissances en physique, ignorait cette particularité. Son ballon s'éleva gonflé outre mesure, et l'imprudent aéronaute, ne comprenant nullement le péril qui le menaçait, s'applaudissait de son adresse et admirait ce qui pouvait causer sa perte. Les parois du ballon font bientôt effort de toutes parts; elles vont éclater. Blanchard, arrivé à une hauteur considérable, cède moins à la conscience du danger qui le menace qu'à l'impression d'épouvante causée sur lui par l'immensité des mornes et silencieuses régions au milieu desquelles l'aérostat l'a brusquement transporté; il ouvre la soupape, il redescend, et cette terreur salutaire l'arrache au péril où son ignorance l'entraînait.

Blanchard se vanta de s'être élevé quatre mille mètres plus haut qu'aucun des aéronautes qui l'avaient précédé, et il assura avoir dirigé son ballon contre le vent à l'aide de son gouvernail et de ses rames; mais les physiciens, qui avaient observé l'aérostat, démentirent son assertion, et publièrent que les variations de sa marche devaient être uniquement attribuées aux courants d'air qu'il avait rencontrés. Et comme il avait écrit sur les banderoles de son ballon et sur les cartes d'entrée cette devise fastueuse : *Sic itur ad astra*, on lança contre lui cette épigramme :

Au champ de Mars il s'envola,
Au champ voisin il resta là ;
Beaucoup d'argent il ramassa.
Messieurs, *sic itur ad astra*.

Quant au bénédictin dom Pech, il paraît que c'était contre la défense de ses supérieurs qu'il avait voulu s'embarquer avec Blanchard. Un exempt de police envoyé sur le lieu de la scène l'avait arrêté et ramené à son couvent, d'où il avait réussi à s'échapper une seconde fois pour revenir tenter au Champ de

Mars une épreuve qui, comme on l'a vu, ne fut pas poussée bien loin. Ce zèle outré fut puni de l'exil. Dom Pech fut condamné par le conseil du couvent à un an et un jour de prison dans la maison la plus reculée de son ordre. Cependant quelques personnes s'intéressèrent à lui, et par l'intervention du cardinal de La Rochefoucauld, le pauvre enthousiaste fut gracié.

Le 4 juin 1784, la ville de Lyon vit s'accomplir une nouvelle ascension aérostatique, dans laquelle, pour la première fois, une femme, madame Thible, brava dans un ballon à feu les périls d'un voyage aérien. Cette belle ascension fut exécutée en l'honneur du roi de Suède, qui se trouvait alors de passage à Lyon.

Pilâtre des Rosiers et le chimiste Proust exécutèrent bientôt après à Versailles, en présence de Louis XVI et du roi de Suède, un des voyages aérostatiques les plus remarquables que l'on connaisse. L'appareil était dressé dans la grande cour du château. A un signal qui fut donné par une décharge de mousqueterie, une tente de quatre-vingt-dix pieds de hauteur qui cachait l'appareil s'abattit soudainement, et l'on aperçut une immense montgolfière, déjà gonflée par l'action du feu, maintenue par cent cinquante cordes que retenaient quatre cents ouvriers. Dix minutes après, une seconde décharge annonça le départ du ballon, qui s'éleva avec une lenteur majestueuse et alla descendre près de Chantilly, à treize lieues de son point de départ. Proust et Pilâtre des Rosiers parcoururent dans ce voyage la plus grande distance que l'on ait jamais franchie avec une montgolfière ; ils atteignirent aussi la hauteur la plus grande à laquelle on puisse s'élever avec un appareil de ce genre. Ils demeurèrent assez longtemps plongés dans les nuages et enveloppés dans la neige qui se formait autour d'eux.

Le zèle des aéronautes et des savants ne se ralentissait pas; chaque jour, pour ainsi dire, était marqué par une ascension

qui présenta souvent les circonstances les plus curieuses et les plus dignes d'intérêt.

Le 6 août, l'abbé Camus, professeur de philosophie, et Louchet, professeur de belles-lettres, firent à Rhodez un voyage aérien dans une montgolfière. L'expérience, très bien conduite, marcha régulièrement, mais n'enseigna rien de nouveau.

Les nombreuses ascensions faites avec l'aérostat à gaz inflammable construit par les soins de l'Académie de Dijon, et monté à diverses reprises par Guyton de Morveau, l'abbé Bertrand et M. de Virly, n'apportèrent à la science naissante de l'aérostation que fort peu de résultats utiles. Guyton de Morveau avait fait construire, pour essayer de se diriger, une machine armée de quatre rames. Au moment du départ, un coup de vent endommagea l'appareil et mit deux rames hors de service. Cependant Guyton assure avoir produit avec les deux rames qui lui restaient un effet sensible sur les mouvements du ballon. Ces expériences furent continuées très longtemps, et l'Académie de Dijon fit à ce sujet de grandes dépenses de temps et d'argent. On finit cependant par reconnaître que l'on s'attaquait à un problème insoluble. Les résultats de ces longs et inutiles essais sont consignés dans un volume publié en 1785, par Guyton de Morveau, sous le titre de *Description de l'aérostat de l'Académie de Dijon.*

En même temps, sur tous les points de la France, se succédaient des ascensions plus ou moins périlleuses. A Marseille, deux négociants, nommés Bremont et Maret, s'élevèrent dans une montgolfière de seize mètres de diamètre. A leur première ascension, ils ne restèrent en l'air que quelques minutes. Ils s'élevèrent très haut à leur second voyage, mais la machine s'embrasa au milieu des airs, et ils ne regagnèrent la terre qu'au prix des plus grands dangers. Étienne Mongolfier lança à Paris un ballon captif qui dépassa la hauteur des plus grands édifices.

La marquise et la comtesse de Montalembert, la comtesse de Podenas et mademoiselle Lagarde, étaient les aéronautes de ce galant équipage que commandait le marquis de Montalembert. Ce ballon, construit aux frais du roi, était parti du jardin de Réveillon dans le faubourg Saint-Antoine. A Aix, un amateur, nommé Rambaud, s'enleva dans une montgolfière de seize mètres de diamètre. Il resta dix-sept minutes en l'air et atteignit une hauteur considérable. Redescendu à terre, il sauta hors du ballon sans songer à le retenir. Allégé de ce poids, le ballon partit comme une flèche, et on le vit bientôt prendre feu et se consumer dans l'atmosphère. Vinrent ensuite, à Nantes, les ascensions du grand aérostat à gaz hydrogène, baptisé du glorieux nom de *Suffren*, monté d'abord par Coustard de Massy et le révérend père Mouchet de l'Oratoire, puis par M. de Luynes. A Bordeaux, d'Arbelet des Granges et Chalfour s'élevèrent dans une montgolfière jusqu'à près de mille mètres, et firent voir que l'on pouvait assez facilement descendre et monter à volonté en augmentant ou diminuant le feu. Ils descendirent sans accident à une lieue de leur point de départ.

Le 15 juillet 1784, le duc de Chartres, depuis Philippe-Égalité, exécuta à Saint-Cloud, avec les frères Robert, une ascension qui mit à de terribles épreuves le courage des aéronautes. Les frères Robert avaient construit un aérostat à gaz hydrogène de forme oblongue, de dix-huit mètres de hauteur et de douze mètres de diamètre. On avait disposé dans l'intérieur de ce grand ballon un autre globe beaucoup plus petit rempli d'air ordinaire. Cette disposition, imaginée par Meunier pour suppléer à l'emploi de la soupape, devait permettre de descendre ou de remonter dans l'atmosphère sans avoir besoin de perdre du gaz. Parvenu dans une région élevée, l'hydrogène, en se raréfiant par l'effet de la diminution de la pression extérieure, devait comprimer l'air contenu dans le petit globe intérieur, et en faire sortir une quantité d'air correspondante au degré de sa

dilatation (1). On avait aussi adapté à la nacelle un large gouvernail et deux rames, dans l'espoir de se diriger.

A huit heures, les deux frères Robert, M. Collin-Hullin et le duc de Chartres, s'élevèrent du parc de Saint-Cloud, en présence d'un grand nombre de curieux qui étaient arrivés de grand matin de Saint-Cloud et des lieux environnants. Les personnes éloignées firent connaître par des grands cris qu'elles désiraient que celles qui étaient placées aux premiers rangs se missent à genoux pour laisser à tous la liberté du coup d'œil ; d'un mouvement unanime, chacun mit un genou à terre, et l'aérostat s'éleva au milieu de la multitude ainsi prosternée.

Trois minutes après le départ, l'aérostat disparaissait dans les nues ; les voyageurs perdirent de vue la terre et se trouvèrent environnés d'épais nuages. La machine, obéissant alors aux vents impétueux et contraires qui régnaient à cette hauteur, tourbillonna et tourna plusieurs fois sur elle-même. Le vent agissant avec violence sur la surface étendue que présentait le gouvernail doublé de taffetas, le ballon éprouvait une agitation extraordinaire et recevait des coups violents et répétés. Rien ne peut rendre la scène effrayante qui suivit ces premières bourrasques. Les nuages se précipitaient les uns sur les autres, ils s'amoncelaient au-dessous des voyageurs et semblaient vouloir leur fermer le retour vers la terre. Dans une telle situation, il était impossible de songer à tirer parti de l'appareil de direction. Les aéronautes arrachèrent le gouvernail et jetèrent les rames. La machine continuant d'éprouver des oscillations de plus en plus violentes, ils résolurent, pour s'alléger, de se débarrasser du petit globe contenu dans l'intérieur de l'aérostat.

(1) On trouvera plus loin l'indication du mémoire dans lequel Meunier expose les avantages de cette disposition, qu'il imagina pour éviter aux aéronautes la nécessité de perdre du gaz pour s'élever, ou de jeter du lest pour redescendre.

On coupa les cordes qui le retenaient ; le petit globe tomba, mais il fut impossible de le tirer au dehors. Il était tombé si malheureusement, qu'il était venu s'appliquer juste sur l'orifice de l'aérostat, dont il fermait complétement l'ouverture. Dans ce moment, un coup de vent parti de la terre les lança vers les régions supérieures, les nuages furent dépassés, et l'on aperçut le soleil ; mais la chaleur de ses rayons et la raréfaction considérable de l'air dans ces régions élevées ne tardèrent pas à occasionner une grande dilatation du gaz. Les parois du ballon étaient fortement tendues, et son ouverture inférieure, si malheureusement fermée par l'interposition du petit globe, empêchait le gaz dilaté de trouver, comme à l'ordinaire, une libre issue par l'orifice inférieur. Les parois étaient gonflées au point d'éclater sous la pression du gaz.

Les aéronautes, debout dans la nacelle, prirent de longs bâtons et essayèrent de soulever le globe qui obstruait l'orifice de l'aérostat ; mais l'extrême dilatation du gaz le tenait si fortement appliqué, qu'aucune force ne put vaincre cette résistance. Pendant ce temps, ils continuaient de monter, et le baromètre indiquait que l'on était parvenu à la hauteur de quatre mille huit cents mètres. Dans ce moment critique, le duc de Chartres prit un parti désespéré : il saisit un des drapeaux qui ornaient la nacelle, et avec le bois de la lance il troua en deux endroits l'étoffe du ballon ; il se fit une ouverture de deux ou trois mètres, le ballon descendit aussitôt avec une vitesse effrayante, et la terre reparut aux yeux des voyageurs épouvantés. Heureusement, quand on arriva dans une atmosphère plus dense, la rapidité de la chute se ralentit et finit par devenir très modérée. Les aéronautes commençaient à se rassurer, lorsqu'ils reconnurent qu'ils étaient près de tomber au milieu d'un étang ; ils jetèrent à l'instant soixante livres de lest, et à l'aide de quelques manœuvres ils réussirent à aborder sur la terre, à quelque distance de l'étang de la Garenne, dans le parc de Meudon.

Toute cette expédition avait duré à peine quelques minutes. Le petit globe, rempli d'air, était sorti à travers l'ouverture de l'aérostat, il tomba dans l'étang ; il fallut le retirer avec des cordes.

Les ennemis du duc de Chartres ne manquèrent pas de mettre le dénoûment de cette aventure sur le compte de sa poltronnerie. Dans son *Histoire de la conjuration de Louis d'Orléans, surnommé Philippe-Égalité*, Montjoie, faisant allusion au combat d'Ouessant, dit que le duc de Chartres avait ainsi rendu « *les trois éléments témoins de la lâcheté qui lui était naturelle.* » On fit pleuvoir sur lui des sarcasmes et des quolibets sans fin. On répéta le propos que madame de Vergennes avait tenu avant l'ascension, que « *apparemment M. le duc de Chartres voulait se mettre au-dessus de ses affaires.* » On le tourna en ridicule dans des vers satiriques, on le chansonna dans des vaudevilles.

Tout cela était parfaitement injuste. En crevant son ballon au moment où il menaçait de l'emporter avec ses compagnons dans une région d'une incommensurable hauteur, le duc de Chartres fit preuve de courage et de sang-froid. Blanchard prit le même parti le 19 novembre 1785, dans une ascension qu'il fit à Gand, et dans laquelle il se trouva porté à une hauteur si grande, qu'il ne pouvait résister au froid excessif qui se faisait sentir. Il creva son ballon, coupa les cordes de sa nacelle, et se laissa tomber en se tenant suspendu au filet.

L'Angleterre n'avait pas encore eu le spectacle d'une ascension aérostatique. Le 14 septembre 1784, un Italien, Vincent Lunardi, fit à Londres le premier voyage aérien qui ait eu lieu au delà de la Manche. Son exemple fut bientôt suivi à Oxford, par un Anglais, M. Sadler, devenu célèbre depuis comme aéronaute. M. Sheldon, membre distingué de la Société royale de Londres, fit de son côté une ascension en compagnie de Blanchard. Il essaya, mais sans succès, de se diriger à l'aide d'un mécanisme moteur en forme d'hélice.

Enhardi par le succès de ses premiers voyages, l'aéronaute français conçut alors un projet dont l'audace, à cette époque de tâtonnements pour la science aérostatique, pouvait à bon droit être taxée de folie ; il voulut franchir en ballon la distance qui sépare l'Angleterre de la France. Cette traversée miraculeuse, où l'aéronaute pouvait trouver mille fois la mort, ne réussit que par le plus grand des hasards, et que par ce seul fait, que le vent resta pendant trois heures sans variations sensibles.

Blanchard accordait une confiance extrême à l'appareil de direction qu'il avait imaginé. Il voulut justifier par un trait éclatant la vérité de ses assertions, et il annonça, par les journaux anglais, qu'au premier vent favorable, il traverserait la Manche de Douvres à Calais. Le docteur Jeffries s'offrit pour l'accompagner.

Le 7 janvier 1785, le ciel était serein ; le vent, très faible, soufflait du nord-nord-ouest. Blanchard, accompagné du docteur Jeffries, sortit du château de Douvres et se dirigea vers la côte. Le ballon fut rempli de gaz, et on le plaça à quelques pieds du bord d'un rocher escarpé, d'où l'on aperçoit le précipice décrit par Shakspeare dans *le Roi Lear*. A une heure, le ballon fut abandonné à lui-même ; mais son poids se trouvant un peu lourd, on fut obligé de jeter une partie du lest et de ne conserver que trente livres de sable. Le ballon s'éleva lentement et s'avança vers la mer, poussé par un vent léger. Les voyageurs eurent alors sous les yeux un spectacle que l'un d'eux a décrit avec enthousiasme. D'un côté, les belles campagnes qui s'étendent derrière la ville de Douvres présentaient une vue magnifique ; l'œil embrassait un horizon si étendu, que l'on pouvait apercevoir et compter à la fois trente-sept villes ou villages ; de l'autre côté, les roches escarpées qui bordent le rivage, et contre lesquelles la mer vient se briser, offraient par leurs anfractuosités et leurs dentelures énormes, le plus curieux

et le plus formidable aspect. Arrivés en pleine mer, ils passèrent au-dessus de plusieurs vaisseaux.

Cependant, à mesure qu'ils avançaient, le ballon se dégonflait un peu, et à une heure et demie il descendait visiblement. Pour se relever, ils jetèrent la moitié de leur lest; ils étaient alors au tiers de la distance à parcourir, et ne distinguaient plus le château de Douvres. Le ballon continuant de descendre, ils furent contraints de jeter tout le reste de leur provision de sable, et cet allégement n'ayant pas suffi, ils se débarrassèrent de quelques autres objets qu'ils avaient emportés. Le ballon se releva et continua de cingler vers la France; ils étaient alors à la moitié du terme de leur périlleux voyage.

A deux heures et quart, l'ascension du mercure dans le baromètre leur annonça que le ballon recommençait à descendre: ils jetèrent quelques outils, une ancre et quelques autres objets dont ils avaient cru devoir se munir. A deux heures et demie, ils étaient parvenus aux trois quarts environ du chemin, et ils commençaient à apercevoir la perspective, ardemment désirée, des côtes de la France.

En ce moment, le ballon se dégonfla par la perte du gaz, et les aéronautes reconnurent avec effroi qu'il descendait avec une certaine rapidité. Tremblant à la pensée de ne pouvoir atteindre la côte, ils se hâtèrent de se débarrasser de tout ce qui n'était pas indispensable à leur salut: ils jetèrent leurs provisions de bouche; le gouvernail et les rames, surcharge inutile, furent lancés dans l'espace; les cordages prirent le même chemin; ils dépouillèrent leurs vêtements et les jetèrent à la mer.

En dépit de tout, le ballon descendait toujours.

On dit que, dans ce moment suprême, le docteur Jeffries offrit à son compagnon de se jeter à la mer. « Nous sommes perdus tous les deux, lui dit-il; si vous croyez que ce moyen puisse vous sauver, je suis prêt à faire le sacrifice de ma vie. »

Néanmoins une dernière ressource leur restait encore: ils

pouvaient se débarrasser de leur nacelle et se cramponner aux cordages du ballon. Ils se disposaient à essayer de cette dernière et terrible ressource; ils se tenaient tous les deux suspendus aux cordages du filet, prêts à couper les liens qui retenaient la nacelle, lorsqu'ils crurent sentir dans la machine un mouvement d'ascension : le ballon remontait en effet. Il continua de s'élever, reprit sa route, et le vent étant toujours favorable, ils furent poussés rapidement vers la côte. Leurs terreurs furent vite oubliées, car ils apercevaient distinctement Calais et la ceinture des nombreux villages qui l'environnent. A trois heures, ils passèrent par-dessus la ville et vinrent enfin s'abattre dans la forêt de Guines. Le ballon se reposa sur un grand chêne; le docteur Jeffries saisit une branche, et la marche fut arrêtée : on ouvrit la soupape, le gaz s'échappa, et c'est ainsi que les heureux aéronautes sortirent sains et saufs de l'entreprise la plus extraordinaire peut-être que la témérité de l'homme ait jamais osé tenter.

Le lendemain, cet événement fut célébré à Calais par une fête magnifique. Le pavillon français fut hissé devant la maison où les voyageurs avaient couché. Le corps municipal et les officiers de la garnison vinrent leur rendre visite. A la suite d'un dîner qu'on leur donna à l'hôtel de ville, le maire présenta à Blanchard, dans une boîte d'or, des lettres qui lui accordaient le titre de citoyen de la ville de Calais, titre qu'il a toujours conservé depuis. La municipalité lui acheta, moyennant trois mille francs et une pension de six cents francs, le ballon qui avait servi à ce voyage, et qui fut déposé dans la principale église de Calais, comme le fut autrefois, en Espagne, le vaisseau de Christophe Colomb. On décida enfin qu'une colonne de marbre serait élevée à l'endroit même où les aéronautes étaient descendus. Quelques jours après, Blanchard parut devant Louis XVI, qui lui accorda une gratification de douze cents livres et une pension de la même somme. La reine, qui était

au jeu, mit pour lui sur une carte, et lui fit compter une forte somme qu'elle gagna. En un mot, rien ne manqua au triomphe de Blanchard, pas même la jalousie des envieux, qui lui donnèrent à cette occasion le surnom de *Don Quichotte de la Manche.*

Le succès éclatant de cette entreprise audacieuse, l'immense retentissement qu'elle eut en Angleterre et sur le continent, doivent compter parmi les causes d'un des plus tristes événements qui aient marqué l'histoire de l'aérostation. Dès que fut connue en France la nouvelle du voyage de Blanchard, Pilâtre des Rosiers, emporté par un funeste élan d'émulation, fit annoncer qu'à son tour il franchirait la mer, de Boulogne à Londres, traversée plus périlleuse encore que celle qu'avait exécutée Blanchard en raison du peu de largeur des côtes d'Angleterre, qu'il était facile de dépasser.

On essaya inutilement de faire comprendre à Pilâtre les périls auxquels cette entreprise allait l'exposer. Il assurait avoir trouvé une nouvelle disposition des aérostats, qui réunissait toutes les conditions nécessaires de sécurité, et permettait de se maintenir dans les airs un temps considérable. Sur cette assurance, le gouvernement lui accorda une somme de quarante mille francs pour construire sa machine. On apprit alors quelle était la combinaison qu'il avait imaginée : il réunissait en un système unique les deux moyens dont on avait fait usage jusque-là; au-dessous d'un aérostat à gaz hydrogène, il suspendait une montgolfière. Il est assez difficile de bien apprécier les motifs qui le portèrent à adopter cette disposition, car il faisait sur ce point un certain mystère de ses idées. Il est probable que, par l'addition d'une montgolfière, il voulait s'affranchir de la nécessité de jeter du lest pour s'élever et de perdre du gaz pour descendre : le feu, activé ou ralenti dans la montgolfière, devait fournir une force ascensionnelle supplémentaire.

Quoi qu'il en soit, ces deux systèmes qui, isolés, ont chacun

ses avantages, formaient, étant réunis, la plus détestable combinaison. Il n'était que trop aisé de comprendre à quels dangers terribles l'existence d'un foyer dans le voisinage d'un gaz inflammable comme l'hydrogène exposait l'aéronaute. « Vous mettez un réchaud sous un baril de poudre, » disait Charles à Pilâtre des Rosiers. Mais celui-ci n'écoutait rien : il n'écoutait que son intrépidité et l'incroyable exaltation scientifique dont il avait déjà donné tant de preuves, et qui étaient comme le caractère de son esprit.

L'existence de cet homme courageux peut être regardée comme un exemple de cette fièvre d'aventures et d'expériences que le progrès des sciences physiques avait développée dans certaines natures à la fin du siècle dernier. Pilâtre des Rosiers était né à Metz en 1756. On l'avait d'abord destiné à la chirurgie, mais cette profession lui inspira une grande répugnance; il passa des salles de l'hôpital dans le laboratoire d'un pharmacien, où il reçut les premières notions des sciences physiques. Revenu dans sa famille, il ne put supporter la contrainte excessive dans laquelle son père le retenait, et il s'en alla un beau jour, en compagnie d'un de ses camarades, chercher fortune à Paris. Employé d'abord comme manipulateur dans une pharmacie, il s'attira bientôt l'affection d'un médecin qui le fit sortir de cette position inférieure. Grâce à son protecteur, il put suivre les leçons des professeurs les plus célèbres de la capitale, et bientôt il se trouva lui-même en état de faire des cours. Il démontra publiquement les faits découverts par Franklin dans le champ si nouveau des phénomènes électriques. Il acquit par là un certain relief dans le monde scientifique, et il put bientôt réunir assez de ressources pour monter un beau laboratoire de physique dans lequel les savants trouvaient tous les appareils nécessaires à leurs travaux. Il obtint enfin la place d'intendant du cabinet d'histoire naturelle du comte de Provence.

Pilâtre des Rosiers put alors donner carrière à son goût pour les expériences et à cette passion singulière qui le caractérisait de faire sur lui-même les essais les plus dangereux. Rien ne pouvait l'arrêter ou l'effrayer. Dans ses expériences sur l'électricité atmosphérique, il s'est exposé cent fois à être foudroyé par le fluide électrique, qu'il soutirait presque sans précaution des nuages orageux. Il faillit souvent perdre la vie en respirant des gaz délétères. Un jour il remplit sa bouche de gaz hydrogène et il y mit le feu, ce qui lui fit sauter les deux joues. Il était dans toute l'exaltation de cette espèce de furie scientifique, lorsque survint la découverte des aérostats. On a vu avec quelle ardeur il se précipita dans cette carrière nouvelle, qui répondait si bien à tous les instincts de son esprit. Il eut, comme on le sait, la gloire de s'élever le premier dans les airs, et dans toute la série des expériences qui suivirent, c'est toujours lui que l'on voit au premier rang, fidèle à l'appel du danger. C'est au milieu des transports d'un véritable délire qu'il se livrait à Boulogne aux préparatifs du voyage qu'il avait annoncé.

Ces préparatifs duraient d'ailleurs depuis six mois. Depuis le mois de novembre 1784, Pilâtre travaillait à la construction de son aérostat avec l'intention de s'en servir pour passer en Angleterre; l'annonce du succès de Blanchard redoubla sa confiance et le confirma dans son projet. Contrarié par des obstacles sans cesse renaissants, il avait dépensé des sommes énormes pour l'édification de sa machine, car il avait reçu, dit-on, jusqu'à cent cinquante mille francs du ministre Calonne. Cependant des difficultés nouvelles venaient à chaque instant retarder l'exécution de son plan. C'était tantôt une armée de rats qui avaient dévoré en partie sa machine, et qu'on ne parvenait à chasser qu'avec une meute de chiens et de chats, soutenus par des hommes qui battaient du tambour toute la nuit; tantôt un ouragan furieux qui forçait les magistrats de la ville à intervenir pour empêcher son départ. En outre, depuis cinq

mois, les vents ne cessaient pas d'être contraires, et ce fait avait fini par lui apparaître sous les plus sombres couleurs. Aussi le découragement commençait-il à le gagner. Il revint à Paris et confia ses craintes à M. de Calonne. Mais le ministre le reçut fort mal : « Nous n'avons pas dépensé, lui dit-il, cent cinquante mille francs pour vous faire voyager sur la côte. Il faut utiliser la machine et passer le détroit. »

Pilâtre des Rosiers repartit la mort dans l'âme. Il revenait avec le cordon de Saint-Michel et la promesse d'une pension de six mille livres; mais il ne pouvait se défendre des plus tristes pressentiments. Cependant il se remit à l'œuvre et se décida à tenter le voyage. S'il faut en croire la chronique de Metz, une dernière circonstance acheva de décider son départ. Il était devenu amoureux d'une belle et riche Anglaise dont les parents ne consentaient à lui accorder la main qu'après le succès de son entreprise.

Malgré les avaries et la vétusté de sa machine, en dépit de l'inconstance des vents, Pilâtre se décida à partir dans les premiers jours de juin. M. de Maisonfort, gentilhomme du pays, devait l'accompagner dans cette expédition; mais il fut remplacé par un jeune physicien de Boulogne nommé Romain. Ce dernier l'avait beaucoup aidé dans la construction et les longs essais de l'aérostat, et il exigea, comme récompense de ses services, de partager les dangers de l'entreprise.

Le 5 juin 1785, à sept heures du matin, Pilâtre des Rosiers et Romain s'élevèrent de la côte de Boulogne. Les ballons d'essai ayant ouvert la route, un coup de canon annonça à la ville le moment de leur départ. Les causes de la catastrophe qui leur coûta la vie sont encore enveloppées d'un certain mystère. M. de Maisonfort, qui, resté à terre, fut témoin de l'événement, en a donné l'explication suivante.

La double machine, c'est-à-dire la montgolfière surmontée de l'aérostat à gaz hydrogène, s'éleva avec une assez grande

rapidité jusqu'à quatre cents mètres environ; mais arrivé à cette hauteur, on vit tout d'un coup l'aérostat à gaz hydrogène se dégonfler et retomber presque aussitôt sur la montgolfière. Celle-ci tourna trois fois sur elle-même, puis entraînée par ce poids, elle s'abattit avec une vitesse effrayante. Voici, selon M. de Maisonfort, ce qui était arrivé. Peu de minutes après leur départ, les voyageurs furent assaillis par des vents contraires, qui les rejetaient dans l'intérieur des terres. Il est probable alors que, pour descendre et chercher un courant d'air plus favorable qui les ramenât vers la mer, Pilâtre des Rosiers tira la soupape de l'aérostat à gaz hydrogène. Mais la corde attachée à cette soupape était très longue, elle allait de la nacelle placée au-dessous de la montgolfière jusqu'au sommet de l'aérostat, et n'avait pas moins de cent pieds; aussi jouait-elle difficilement, et le frottement très rude qu'elle occasionna déchira la soupape. L'étoffe du ballon était fatiguée par le grand nombre d'essais préliminaires que l'on avait faits à Boulogne et par plusieurs tentatives de départ; elle se déchira sur une étendue de plusieurs mètres, la soupape retomba dans l'intérieur du ballon, et celui-ci se trouva vide en quelques instants. Il n'y eut donc pas, comme on l'a dit, inflammation du gaz au milieu de l'atmosphère; on reconnut, après la chute, que le réchaud de la montgolfière n'avait pas été allumé. L'aérostat, dégonflé par la perte du gaz, retomba sur la montgolfière, et le poids de cette masse l'entraîna aussitôt vers la terre.

M. de Maisonfort courut vers l'endroit où l'aérostat venait de s'abattre; il trouva les deux malheureux voyageurs enveloppés dans les toiles, et dans la position même qu'ils occupaient au moment du départ. Pilâtre était sans vie; son compagnon expira au bout de quelques minutes. Ils n'avaient pas même dépassé le rivage, et étaient tombés près du bourg de Vimille. Par une triste ironie du hasard, ils vinrent expirer à l'endroit même où Blanchard était descendu, non loin de la colonne

monumentale élevée à sa gloire. Aujourd'hui, les voyageurs français qui se rendent en Angleterre en traversant Calais, ne manquent pas d'aller visiter, près de la forêt de Guines, le monument consacré à l'expédition de Blanchard. Ensuite on fait quelques pas, et, à une certaine distance, le *cicerone* vous désigne du doigt le point du rivage où ses émules ont expiré.

La mort de ces premiers martyrs de la science aérostatique n'arrêta pas l'élan de leurs successeurs. Dans l'année 1785, on vit, suivant l'expression d'un savant aéronaute qui a écrit le *Manuel* de son art, M. Dupuis-Delcourt, « le ciel se couvrir littéralement de ballons. » Toutes ces ascensions, qui n'ont plus pour elles l'attrait de la nouveauté, et qui ne répondent à aucune intention scientifique, n'offrent pour la plupart qu'un faible intérêt. Cependant, avant de suivre les aérostats dans une nouvelle période plus sérieuse de leur histoire, celle des applications scientifiques, nous rappellerons quelques-uns des voyages aériens qui ont eu, de 1785 à 1794, le plus brillant succès de curiosité.

L'ascension du docteur Potain mérite d'être citée à ce titre. Il traversa en ballon le canal Saint-George, bras de mer qui sépare l'Angleterre de l'Irlande. Il avait perfectionné la machine hélicoïde de Blanchard, et s'en servit, dit-on, avec quelque avantage. L'Italien Lunardi exécuta à Édimbourg différentes ascensions. Harper fit connaître à Birmingham les ballons à gaz hydrogène. MM. Alban et Vallet construisirent à Javelle, près de Paris, un aérostat avec lequel le comte d'Artois s'éleva plusieurs fois, en compagnie de personnes de tous les rangs. Enfin, c'est à cette époque que l'abbé Miolan éprouva au Luxembourg, en compagnie du sieur Janinet, cet immense déboire tant chansonné par la malignité parisienne.

L'abbé Miolan était un bon religieux qui était animé pour le progrès de l'aérostation d'un zèle plus ardent qu'éclairé. Il s'associa à un certain Janinet pour construire un ballon à feu

de cent pieds de haut sur quatre-vingt-quatre de large. On le destinait à diverses expériences de physique, et il devait enlever, outre l'abbé Miolan et Janinet, le marquis d'Arlandes et un mécanicien nommé Bredin. Le dimanche 12 juillet 1784, une foule immense se répandit dans les jardins du Luxembourg; jamais aucun aéronaute n'avait réuni une telle affluence au spectacle de son ascension. Mais, par suite de la mauvaise construction de la machine, ou par l'effet de manœuvres maladroites, le feu prit à la calotte du ballon. La populace, furieuse et se croyant jouée, renversa les barrières, mit en pièces le reste de la machine et battit les pauvres aéronautes. On les accusa d'avoir mis volontairement le feu à l'aérostat pour se dispenser de partir. On se vengea d'eux par des chansons. Un assez médiocre pot-pourri :

Je me souviendrai du jour
Du globe du Luxembourg...

fut répété à satiété sur les théâtres et dans les carrefours de Paris; il se chantait sur l'air : *Les capucins sont des gueux.* Une autre chanson sur l'air : *Où allez-vous, monsieur l'abbé?* commençait ainsi :

C'est au Luxembourg aujourd'hui
Où tout Paris s'est réuni.

On joua quatre ou cinq vaudevilles sur les mésaventures des amateurs de ballons. Mais la satisfaction du public fut à son comble lorsqu'un faiseur d'anagrammes eut découvert que dans le nom de l'*abbé Miolan*, il y avait les mots *ballon abîmé*.

C'est vers cette époque que se répandit à Paris la mode des figures aérostatiques. Dans les jardins publics, on vit s'élever, à la grande joie des spectateurs, des aérostats offrant

la figure de divers personnages, le *Vendangeur aérostatique*, une *Nymphe*, un *Pégase*, etc. Blanchard parcourait tous les coins de la France, donnant le spectacle de ses innombrables ascensions. Après avoir épuisé la curiosité de son pays, il allait porter en Amérique ce genre de spectacle encore inconnu des populations du nouveau monde : il s'éleva à Philadelphie sous les yeux de Franklin.

Son rival Testu-Brissy marcha sur ses traces. Sa première ascension, faite à Paris en 1785, présenta une circonstance assez curieuse. Il était descendu avec son ballon muni d'ailes et de rames, dans la plaine de Montmorency. Un grand nombre de curieux, qui étaient accourus, l'empêchèrent de repartir et saisirent le ballon par les cordes qui descendaient à terre. Le propriétaire du champ où l'aérostat était tombé arriva avec d'autres paysans : il voulut lui faire payer le dégât, et l'on traîna son ballon par les cordes de sa nacelle. « Ne pouvant leur résister de force, je résolus alors, dit Testu-Brissy, de leur échapper par adresse. Je leur proposai de me conduire partout où ils voudraient, en me remorquant avec une corde. L'abandon que je fis de mes ailes brisées et devenues inutiles persuada que je ne pouvais plus m'envoler ; vingt personnes se lièrent à cette corde en la passant autour de leur corps ; le ballon s'éleva d'une vingtaine de pieds, et je fus ainsi traîné vers le village. Ce fut alors que je pesai mon lest, et, après avoir reconnu que j'avais encore beaucoup de légèreté spécifique, je coupai la corde et je pris congé de mes villageois, dont les exclamations d'étonnement me divertirent beaucoup, lorsque la corde par laquelle ils croyaient me retenir leur tomba sur le nez. » C'est le même Testu-Brissy qui exécuta plus tard une ascension équestre. Il s'éleva monté sur un cheval qu'aucun lien ne retenait au plateau de la nacelle. Dans cette curieuse ascension, Testu-Brissy put se convaincre que le sang des grands animaux s'extravase par leurs artères, et

coule par les narines et les oreilles, à une hauteur à laquelle l'homme n'est nullement incommodé (1).

CHAPITRE IV.

Emploi des aérostats aux armées.

Jusqu'en 1794, les ascensions aérostatiques n'avaient encore servi qu'à satisfaire la curiosité publique. A cette époque, le gouvernement essaya d'en tirer un moyen de défense en les appliquant dans les armées aux reconnaissances extérieures. Cette idée si nouvelle d'établir au sein de l'atmosphère des postes d'observation, pour découvrir les dispositions et les ressources de l'ennemi, étonna beaucoup l'Europe, qui ne manqua pas d'y voir une révélation nouvelle du génie révolutionnaire de la France.

L'histoire est loin d'avoir conservé le souvenir de tous les résultats remarquables obtenus dans l'industrie et les arts pendant la période de la révolution française. Les événements politiques ont absorbé l'attention, et remplissent seuls nos annales; tout ce qui concerne les progrès des sciences et de l'industrie à cette époque a été singulièrement négligé. Aussi les documents relatifs à l'aérostation militaire sont-ils peu nombreux. On peut cependant s'aider de ces renseignements trop rares pour préciser quelques faits qu'il y aurait injustice à laisser dans l'oubli.

(1) M. Poitevin a souvent exécuté ce tour de force à Paris. Seulement le cheval était attaché au filet par un appareil de suspension, ce qui ôtait tout le danger et tout l'intérêt de l'expérience. Un cheval de bois eût tout aussi bien fait l'affaire.

Guyton de Morveau avait fait un grand nombre d'ascensions avec l'aérostat de l'Académie de Dijon, et ces expériences lui avaient fait concevoir une idée très brillante de l'avenir réservé à l'emploi des ballons. Il faisait partie, avec Monge, Berthollet, Fourcroy et quelques autres savants, d'une commission que le comité de salut public avait instituée pour appliquer aux intérêts de l'État les découvertes récentes de la science ; il proposa à cette commission d'employer les aérostats comme moyen d'observation dans les armées. La proposition fut accueillie et soumise au comité de salut public, qui l'accepta avec la seule réserve de ne pas se servir d'acide sulfurique pour la préparation du gaz hydrogène, l'acide sulfurique s'obtenant, comme on le sait, par la combustion du soufre, et le soufre, nécessaire à la fabrication de la poudre, étant à cette époque très rare et très recherché en France, en raison de la guerre extérieure. Il fut donc convenu que l'hydrogène serait préparé par la décomposition de l'eau au moyen du fer porté au rouge. On sait que, quand on dirige un courant de vapeur d'eau sur des fragments de fer incandescents, l'eau se décompose ; son oxygène se combine avec le fer pour former un oxyde, et son hydrogène se dégage à l'état de gaz. Cette expérience, exécutée pour la première fois par Lavoisier, n'avait été faite encore que sur une très petite échelle : il fallait donc s'assurer si l'on pourrait la pratiquer avec avantage dans de grands appareils, et si l'on pourrait appliquer ce procédé au service régulier des aérostats.

Guyton de Morveau avait pour ami un jeune homme nommé Coutelle, qui s'occupait de travaux scientifiques, et qui avait formé un beau cabinet où se trouvaient réunis tous les appareils nécessaires aux expériences sur les gaz, sur la lumière et sur l'électricité. Les chimistes et les physiciens de Paris venaient souvent faire leurs expériences dans son laboratoire. Coutelle était donc connu de tous les savants de la capitale

comme physicien très exercé, et Guyton de Morveau proposa à la commission de le charger des premiers essais à faire pour la production de l'hydrogène en grand au moyen de la décomposition de l'eau.

Coutelle fut installé aux Tuileries dans la salle des Maréchaux ; on lui donna un aérostat de neuf mètres de diamètre, et l'on mit à sa disposition tous les produits et tous les matériaux nécessaires. Voici comment il procéda à la préparation du gaz. Il établit un grand fourneau dans lequel il plaça un tuyau de fonte d'un mètre de longueur et de quatre décimètres de diamètre, qu'il remplit de cinquante kilogrammes de rognures de tôle et de copeaux de fer. Ce tuyau était terminé à chacune de ses extrémités par un tube de fer. L'un de ces tubes servait à amener le courant de vapeur d'eau qui se décomposait au contact du métal ; l'autre dirigeait dans le ballon le gaz hydrogène résultant de cette décomposition.

Quand tout fut prêt, Coutelle fit venir, pour être témoins de l'opération, le professeur Charles et Jacques Conté, physicien de ses amis. En raison de divers accidents, l'opération fut très longue ; elle dura trois jours et trois nuits. Cependant elle réussit très bien en définitive, car on retira 170 mètres cubes de gaz. La commission fut satisfaite de ce résultat, et dès le lendemain, Coutelle reçut l'ordre de partir pour la Belgique, et d'aller soumettre au général Jourdan la proposition d'appliquer les aérostats aux opérations de son armée.

Le général Jourdan venait de prendre le commandement des deux armées de la Moselle et de la Sambre, fortes de cent mille hommes, et qui, sous le nom d'armée de *Sambre-et-Meuse*, envahissaient la Belgique. Coutelle partit dans l'intention de rejoindre le général à Maubeuge, occupé en ce moment par nos troupes et bloqué par les Autrichiens.

Lorsqu'il arriva à Maubeuge, l'armée venait de quitter ses quartiers ; elle était à six lieues de là, au village de Beaumont.

Coutelle repartit, il fit six lieues à franc étrier, et arriva à Beaumont couvert de boue. Il fut arrêté aux avant-postes et amené devant le représentant Duquesnoy, commissaire de la Convention à l'armée du Nord.

Duquesnoy était l'ami et le rival de Joseph Lebon, et il exerçait à l'armée du Nord cet étrange office des commissaires de la Convention, qui consistait à mener les soldats au feu et à forcer les généraux de vaincre sous la menace de la guillotine. Lorsque Coutelle lui fut amené, Duquesnoy était à table. Il ne comprit rien à l'ordre du comité de salut public.

— Un ballon, dit-il, un ballon dans le camp... Vous m'avez tout l'air d'un suspect, je vais commencer par vous faire fusiller.

On réussit cependant à faire entendre raison au terrible commissaire, qui renvoya Coutelle au général Jourdan. Celui-ci accueillit avec empressement l'idée de faire servir les aérostats aux reconnaissances extérieures ; mais l'ennemi était à une lieue de Beaumont, d'un moment à l'autre il pouvait attaquer, et le temps ne permettait d'entreprendre aucun essai. Coutelle revint à Paris pour y transmettre l'assentiment du général.

La commission décida dès lors de continuer et d'étendre les expériences. On adjoignit à Coutelle le physicien Conté pour l'aider dans ses travaux, et on les installa dans le château et les jardins de Meudon. Coutelle se procura un aérostat capable d'enlever deux personnes ; on construisit un nouveau fourneau dans lequel on plaça sept tuyaux de fonte : ces tuyaux, longs de trois mètres et de trois décimètres de diamètre, étaient remplis chacun de deux cents kilogrammes de rognures de fer que l'on foulait, à l'aide du mouton, pour les faire pénétrer dans le tube. Le gaz fut ainsi obtenu facilement et en abondance.

Tout étant disposé, on put se livrer aux expériences définitives de l'emploi des ballons dans les reconnaissances exté-

rieures. Coutelle y procéda en présence de Guyton, de Monge et de Fourcroy. Il s'éleva à diverses reprises à une hauteur de cinq cent cinquante mètres dans le ballon retenu captif. Deux cordes étaient attachées à la circonférence du ballon; dix hommes placés à terre les retenaient. On constata de cette manière que l'on pouvait embrasser un espace fort étendu et reconnaître très nettement les objets, soit à la vue simple, soit avec une lunette d'approche; on étudia en même temps les moyens de transmettre les avis aux personnes restées à terre. Tous ces essais eurent un résultat satisfaisant. On reconnut toutefois que, par les grands vents, il serait difficile de se livrer à des observations de ce genre, à cause des violentes oscillations et du balancement continuel que le vent imprimait à la machine. Une seconde difficulté plus grave encore, c'était de maintenir le ballon en équilibre à la même hauteur; des rafales de vent, parties des régions supérieures, le rabattaient souvent vers la terre. Aucun moyen efficace ne put être opposé à cette action fâcheuse, qui fut plus tard l'obstacle le plus sérieux à la pratique de l'aérostation militaire.

Peu de jours après, Coutelle reçut du gouvernement l'ordre d'organiser une compagnie d'*aérostiers*, composée de trente hommes, y compris un lieutenant, un sous-lieutenant et des sous-officiers. On lui remit le brevet de capitaine, commandant les *aérostiers* dans l'arme de l'artillerie, et il fut attaché à l'état-major général. Il reçut, en même temps, l'ordre de se rendre dans le plus bref délai à Maubeuge, où l'armée venait de rentrer. Il dirigea sur cette place les soldats qui devaient former sa compagnie, et partit aussitôt, emmenant avec lui son lieutenant.

Arrivé à Maubeuge, son premier soin fut de chercher un emplacement, de construire son fourneau pour la préparation du gaz, de faire les provisions de combustible nécessaires, et de tout disposer en attendant l'arrivée de l'aérostat et des équipages qu'il avait expédiés de Meudon.

Cependant les différents corps de l'armée ne savaient de quel œil regarder les soldats de la compagnie de Coutelle, qui n'étaient pas encore portés sur l'état militaire, et dont le service ne leur était pas connu. On murmurait sur leur passage des propos désobligeants. Coutelle s'aperçut de cette impression. Il alla trouver le général qui commandait à Maubeuge, et lui demanda d'emmener sa compagnie à la première affaire hors de la place. Une sortie était précisément ordonnée pour le lendemain contre les Autrichiens, retranchés à une portée de canon. La petite troupe de Coutelle fut employée à cette attaque. Deux hommes furent grièvement blessés ; le sous-lieutenant reçut une balle morte dans la poitrine. Ils rentrèrent dans la place au rang des soldats de l'armée.

Peu de jours après, les équipages étant arrivés, Coutelle put mettre le feu à son fourneau et procéder à la préparation du gaz. C'était un spectacle étrange que ces opérations chimiques ainsi exécutées à ciel ouvert au milieu d'un camp, au sein d'une ville assiégée, dans un cercle de quatre-vingt mille soldats. Tout fut bientôt préparé, et l'on put commencer de se livrer à la reconnaissance des dispositions de l'ennemi. Alors, deux fois par jour, par l'ordre de Jourdan, et quelquefois avec le général lui-même, Coutelle s'élevait avec son ballon *l'Entreprenant*, pour observer les travaux des assiégeants, leurs positions, leurs mouvements et leurs forces.

La manœuvre de l'aérostat s'exécutait en silence, et la correspondance avec les hommes qui retenaient les cordes se faisait au moyen de petits drapeaux blancs, rouges ou jaunes, de dix-huit pouces de largeur et de forme carrée ou triangulaire. Ces signaux servaient à indiquer aux conducteurs les mouvements à exécuter : *monter*, *descendre*, *avancer*, *aller à droite*, etc. Quant aux conducteurs, ils correspondaient avec le capitaine posté dans la nacelle, en étendant sur le sol des drapeaux semblables de différentes couleurs. Ils avertissaient ainsi

l'observateur d'avoir à s'élever, à descendre, etc. Enfin, pour transmettre au général en chef les notes résultant de ces observations, le commandant des aérostiers jetait sur le sol de petits sacs de sable surmontés d'une banderole, auxquels la note était attachée. On trouvait chaque jour des différences sensibles dans les forces des Autrichiens ou dans les travaux exécutés pendant la nuit. Le général en chef tirait un grand parti de ce moyen nouveau d'observation.

Cinq jours après le commencement de ses opérations, l'aérostat s'élevait à peine, qu'une pièce de canon, embusquée dans un ravin, tira sur lui : le premier boulet passa par-dessus, le second passa si près, que l'on crut le ballon percé ; un troisième boulet passa au-dessous ; on tira encore deux coups sans plus de succès. Le signal de descendre fut donné et exécuté en quelques instants. Le lendemain, la pièce n'était plus en position.

Cependant le général Jourdan se préparait à investir Charleroi ; il attachait une importance extrême à l'enlèvement de cette place, qui devait ouvrir la route de Bruxelles. Coutelle reçut à midi l'ordre de se porter avec son ballon à Charleroi, éloigné de douze lieues du point où il se trouvait, pour y faire diverses reconnaissances. Le temps ne permettait pas de vider le ballon pour le remplir de nouveau sous les murs de la ville ; Coutelle se décida à faire voyager son ballon tout gonflé. On employa la nuit à disposer vingt cordes autour de l'équateur du filet ; chacune de ces cordes était portée par un aérostier. On plaça dans la nacelle les deux grandes cordes d'ascension, une toile qui servait à serrer le ballon pendant la nuit, des piquets, des pioches et tout l'attirail des signaux ; le commandant lui-même s'était placé dans la nacelle qui, suspendue par des cordes, était portée par d'autres aérostiers. On sortit de la place au point du jour, et l'on passa sans être aperçu près des vedettes ennemies. On voyagea ainsi avec la cavalerie et les équipages de l'armée. Le ballon était maintenu en l'air à une petite hauteur

par vingt aérostiers qui marchaient sur les bords de la route ; la cavalerie et les équipages militaires tenaient le milieu de la chaussée. On arriva à Charleroi au soleil couchant. Avant la fin du jour, Coutelle eut le temps de faire une première reconnaissance avec un officier supérieur ; le lendemain, il en fit une seconde dans la plaine de Jumet, et le jour suivant il resta pendant sept ou huit heures en observation avec le général Morelot.

Les Autrichiens ayant marché sur Charleroi pour délivrer la place, une bataille décisive fut livrée, comme on le sait, sur les hauteurs de Fleurus. L'aérostat fut d'un grand secours pour le succès de cette belle journée, et le général Jourdan n'hésita pas à proclamer l'importance des services qu'il en avait retirés. C'est sur la fin de la bataille que le ballon de Coutelle s'éleva d'après l'ordre du général en chef ; il resta plusieurs heures en observation, transmettant sans relâche des notes sur le résultat des opérations de l'ennemi. Pendant la bataille, plusieurs coups de carabine furent tirés sans l'atteindre. Après cette action décisive, l'aérostat suivit les mouvements de l'armée, et prit part à quelques-uns des engagements qui marquèrent la campagne de Belgique.

Après la prise de Bruxelles, Coutelle reçut l'ordre de revenir à Paris pour y organiser une seconde compagnie d'aérostiers. Cette compagnie, levée le 3 germinal an III, fut aussitôt dirigée sur l'armée du Rhin, où les reconnaissances eurent le même succès : elle était conduite par le capitaine L'Homond.

Comme il faisait un jour une reconnaissance sur les bords du Rhin, Coutelle fut saisi tout à coup d'un frisson violent, qui fut suivi d'une fièvre grave ; il donna aussitôt à son lieutenant le commandement de la compagnie. Le lieutenant passa le Rhin ; mais, dès le premier jour, ayant commis la faute de se maintenir à une trop faible hauteur dans l'air, son ballon fut criblé de chevrotines par un parti d'Autrichiens embusqués dans une redoute, et entièrement détruit.

L'aérostation militaire venait de subir un échec bien grave. Cependant Coutelle ne se découragea pas : pendant la suspension des hostilités, il fonda, par l'ordre du gouvernement, de concert avec Conté, l'établissement connu sous le nom d'*École aérostatique de Meudon*, dans lequel des jeunes gens sortis de l'École militaire étaient exercés aux manœuvres aérostatiques.

On fit encore usage des aérostats pendant les années suivantes. Ils furent particulièrement utiles à Bonn (dans le cercle de Cologne), à la Chartreuse de Liége, au siége de Coblentz, au Coq-Rouge, à Kiel et à Strasbourg, sous le commandement des généraux Jourdan, Lefebvre, Pichegru et Moreau. On en tira encore un certain parti à Andernach. Bernadotte, qui commandait à Andernach la division de l'armée française, pressé de monter dans un ballon, refusa catégoriquement : « Je préfère le chemin des ânes, » dit tout crûment le futur roi de Suède.

La carrière militaire des aérostats ne dura que quelques années. Bonaparte avait eu le projet d'employer l'aérostation en Égypte, et il emmena avec lui, sous la conduite de Conté, la seconde compagnie d'aérostiers. Mais le rôle des aérostats pendant l'expédition n'eut rien de belliqueux : les Anglais s'emparèrent du transport qui contenait la plupart des appareils nécessaires à la production du gaz, et tout se borna à quelques rares ascensions exécutées dans quelques réjouissances publiques. Une montgolfière tricolore de 15 mètres de diamètre s'éleva au milieu de la fête brillante qui fut donnée au Caire à l'occasion du 9 vendémiaire. Il y avait dans le spectacle de ces phénomènes majestueux de quoi frapper l'imagination des Orientaux, et Bonaparte ne manqua pas de recourir à ce nouveau moyen d'étonner et de séduire les populations des bords du Nil; mais il avait à un trop haut degré le génie militaire pour songer à introduire définitivement l'usage des aérostats dans les armées d'Europe. La sur-

prise des premiers moments avait été favorable à ce nouveau moyen d'observation ; mais rien n'empêchait les autres nations de se munir d'instruments semblables, et dès lors l'aérostation serait devenue pour toutes les armées un embarras de plus, sans avantage spécial pour les armées françaises. Il y avait d'ailleurs plus que de l'imprudence à consacrer des sommes considérables et un matériel embarrassant à créer des appareils qu'une volée d'artillerie bien dirigée peut mettre en quelques instants hors de service. A son retour d'Égypte, Bonaparte fit fermer l'École aérostatique de Meudon, et l'on vendit tous les ustensiles, tous les appareils qui existaient dans l'établissement.

CHAPITRE V.

Le parachute. — Machines à voler imaginées avant le XIXe siècle. — Le Père Lana. — Le Père Galien. — J.-B. Dante. — Le Besnier. — Alard. — Le marquis de Baqueville. — L'abbé Desforges. — Blanchard. — Premier essai du parachute actuel, par Sébastien Lenormand. — Drouet. — Jacques Garnerin.

Tous les corps, quelles que soient leur nature et leur forme, tombent dans le vide avec la même vitesse. On fait souvent, dans les cours de physique, une expérience qui démontre clairement ce fait. Dans un tube de verre de trois à quatre mètres de longueur, fermé à ses deux extrémités, on place divers corps de poids très différents, tels que du plomb, du papier, des plumes, etc., on fait ensuite le vide dans ce tube à l'aide de la machine pneumatique. Lorsque le tube est parfaitement vide d'air, on le retourne brusquement, de manière à le placer dans la verticale ; on voit alors tous les corps, tombant dans l'intérieur du tube, venir au même instant en frapper le fond. Ainsi, dans un espace vide, tous les corps tombent avec la

même vitesse ; quand la force de la pesanteur n'est combattue par aucune résistance qui puisse contrarier ses effets, elle s'exerce avec la même énergie sur tous les corps, quels que soient leur forme et leur poids. Dans le vide, une montagne ne tomberait pas plus vite qu'une plume.

Les choses se passent autrement dans l'atmosphère au milieu de laquelle nous vivons. La cause de cette différence est due à la présence de l'air, qui oppose à la chute des corps une résistance dont tout le monde connaît les effets. Les corps ne peuvent tomber sans déplacer de l'air, et par conséquent sans perdre de leur mouvement en le partageant avec lui. Aussi la résistance de l'air croît-elle avec la vitesse, et l'on exprime cette loi en physique, en disant que la résistance de l'air croît comme le carré de la vitesse du mobile : c'est-à-dire que, pour une vitesse double, la résistance de l'air est quatre fois plus forte ; pour une vitesse triple, neuf fois plus considérable, etc. Il résulte de là que si une masse pesante vient à tomber d'une grande hauteur, la résistance de l'air devient suffisante pour rendre uniforme le mouvement accéléré, qui est, comme on le sait, particulier à la chute des corps graves. La résistance de l'air croît aussi avec la surface du corps qui tombe. Si cette surface est très grande, le mouvement uniforme s'établissant plus près de l'origine du mouvement, la vitesse constante de la chute en est considérablement retardée. Ainsi, en donnant à la surface d'un corps tombant au milieu de l'air un développement suffisant, on peut ralentir à son gré la rapidité de sa chute ; selon la plupart des physiciens, un développement de surface de cinq mètres suffit pour rendre très lente la descente d'un poids de cent kilogrammes.

C'est sur ces deux principes qu'est fondée la construction de l'appareil connu sous le nom de *parachute*. Pour donner plus de sécurité aux ascensions, on a eu l'idée de suspendre au-dessous des aérostats un de ces instruments destinés à devenir,

dans les cas périlleux, un moyen de sauvetage. Si, par un événement quelconque, le ballon n'offre plus les garanties suffisantes de sécurité, l'aéronaute placé dans la petite nacelle du parachute coupe la corde qui retient ce dernier; débarrassé de ce poids, l'aérostat s'élance dans les régions supérieures, le parachute se développe et ramène à terre la nacelle par une chute douce et modérée.

Quelque simple que nous paraisse la disposition du parachute, ce n'est cependant qu'après de longs essais que l'on est parvenu à le construire. Cet instrument est en effet le résultat, un peu éloigné peut-être, mais au moins le résultat immédiat des recherches si nombreuses qui ont été faites pendant le XVIIe et le XVIIIe siècle, pour créer des machines réalisant le *vol aérien*.

Personne n'ignore qu'à la fin du XVIIe et au commencement du XVIIIe siècle, les géomètres se sont occupés de la possibilité de faire élever dans les airs différentes machines capables de porter des hommes. Cette sorte de passe-temps scientifique était fort à la mode à cette époque. Il ne sera pas sans intérêt de rappeler l'histoire de ces diverses tentatives, qui, si elles n'ont exercé aucune influence sur la découverte des aérostats, devaient cependant amener plus tard la création du parachute.

En 1670, le père Lana, jésuite, a consacré le quatrième chapitre de son *Prodromo all'arte maëstra*, à décrire la construction d'un vaisseau qui naviguerait dans les airs. Ce vaisseau devait être à mâts et à voiles. Il portait à la poupe et à la proue deux montants de bois surmontés chacun, à leur extrémité, de deux globes de cuivre. L'auteur assure que si l'on chasse l'air contenu dans ces boules de cuivre, ou si l'on y fait le vide, pour employer le langage d'aujourd'hui, ces globes étant devenus plus légers que l'air environnant, s'élèveront dans l'atmosphère et entraîneront le vaisseau. Nous n'avons pas besoin de montrer ce qu'avait d'illusoire une idée semblable.

D'ailleurs les moyens que le père Lana propose pour chasser l'air des globes de cuivre sont dépourvus de bon sens.

Un autre religieux, le père Galien, d'Avignon, a écrit, en 1755, un petit livre sur l'*art de naviguer dans les airs*. A l'époque de la découverte des aérostats, quelques personnes prétendirent que les frères Montgolfier avaient puisé dans le livre oublié du père Galien le principe de leur découverte. Les inventeurs dédaignèrent de combattre cette assertion. L'ouvrage du père Galien n'est, en effet, qu'un simple jeu d'esprit, une sorte de rêverie qui serait peut-être amusante si l'auteur n'avait voulu appuyer sur des chiffres et des calculs les fantaisies de son imagination.

Le père Galien suppose que l'atmosphère est partagée en deux couches superposées, de plus en plus légères à mesure qu'on s'éloigne de la terre. « Or, dit-il, un bateau se maintient sur l'eau, parce qu'il est plein d'air, et que l'air est plus léger que l'eau. Supposons donc qu'il y ait la même différence de poids entre les couches supérieures de l'air et les inférieures qu'entre l'air et l'eau; supposons aussi un bateau qui aurait sa quille dans l'air supérieur, et ses fonds dans une autre couche plus légère, il arrivera à ce bateau la même chose qu'à celui qui plonge dans l'eau. »

Le père Galien ajoute qu'*à la région de la grêle*, il y a dans l'air une séparation en deux couches, dont l'une pèse 1 quand l'autre pèse 2. « *Donc*, dit-il, en mettant un vaisseau dans la région de la grêle, et en élevant ses bords de *quatre-vingt-trois toises* au-dessus, dans la région supérieure, qui est moitié plus légère, on naviguerait parfaitement. » Mais il est bien important que les flancs du bâtiment dépassent de quatre-vingt-trois toises le niveau de la région de la grêle; sans cela, dans les mouvements du navire, l'air plus pesant y pénétrerait, et le bâtiment sombrerait!

Comment arrive-t-on à transporter le vaisseau dans la région

de la grêle? Le père Galien ne s'explique pas sur cette question, qui aurait son importance ; en revanche, il nous donne des détails très circonstanciés sur la taille et la construction de son navire. « Le vaisseau, dit-il, serait plus long et plus large que la ville d'Avignon, et sa hauteur ressemblerait à celle d'une montagne bien considérable. Un seul de ses côtés contiendrait un million de toises carrées ; car 1000 est la racine carrée d'un million. Il aurait six côtés égaux, puisque nous lui donnons une figure cubique. Nous supposons aussi qu'il fût couvert ; car, s'il ne l'était pas, il ne faudrait avoir égard qu'à cinq de ses côtés pour mesurer combien pèserait le corps de tout le vaisseau, indépendamment de sa cargaison, en lui donnant deux quintaux de pesanteur par toise carrée. Ayant donc six côtés égaux, et chaque côté étant de 1,000,000 de toises carrées, dont chacune pesant deux quintaux, il s'ensuit que le seul corps de ce vaisseau pèserait 12,000,000 de quintaux, pesanteur énorme, au delà de dix fois plus grande que n'était celle de l'arche de Noé, avec tous les animaux et toutes les provisions qu'elle renfermait. »

Ici le père Galien s'arrête pour calculer le poids de cette arche célèbre, et cette épisode l'éloigne un peu de son vaisseau. Cependant il y revient, et continue en ces termes : « Nous voilà donc embarqués dans l'air avec un vaisseau d'une horrible pesanteur. Comment pourra-t-il s'y soutenir et transporter avec cela une nombreuse armée, tout son attirail de guerre et ses provisions de bouche, jusqu'au pays le plus éloigné ? C'est ce que nous allons examiner. »

Nous ne suivrons pas le père Galien au milieu de la fantaisie de ses calculs imaginaires. Tout cela n'est qu'une espèce de rêve philosophique. Ce qui prouve que le père Galien, en donnant son *Traité sur l'art de naviguer dans les airs*, n'a jamais prétendu écrire, comme on l'a dit, un ouvrage sérieux, c'est qu'il s'exprime de la manière suivante, dans un avertissement

en tête de son livre : « Quant à la conséquence ultérieure de pouvoir naviguer dans l'air, à la hauteur de la région de la grêle, *je ne pense pas que cela expose jamais personne aux frais et aux dangers d'une telle navigation;* il n'est question ici que d'une simple théorie sur sa possibilité, et je ne la propose, cette théorie, que par manière de *récréation physique et géométrique.* »

Ce n'est pas seulement par des calculs plus ou moins sérieux que l'on a essayé de résoudre le problème du vol aérien. Depuis le XVIe siècle on compte un grand nombre de mécaniciens qui ont essayé de construire des appareils destinés à imiter le vol des oiseaux, et beaucoup d'entre eux n'ont pas hésité à confier leur vie au jeu de ces machines.

Jean-Baptiste Dante, habile mathématicien, qui vivait à Pérouse vers la fin du XVe siècle, construisit des ailes artificielles qui, appliquées au corps de l'homme, lui permettaient, a-t-on dit, de s'élever dans les airs. Selon l'abbé Mouger, qui lut à l'Académie de Lyon, le 11 mai 1773, un *Mémoire sur le vol aérien*, J.-B. Dante aurait fait plusieurs fois l'essai de son appareil sur le lac de Trasimène. Mais ces expériences eurent une assez triste fin. Le jour de la célébration du mariage de Barthélemy d'Alviane, Dante voulut donner ce spectacle à la ville de Pérouse : il s'éleva très haut, dit l'abbé Mouger, et vola par-dessus la place ; mais le fer avec lequel il dirigeait une de ses ailes s'étant brisé, il tomba sur l'église de Notre-Dame et se cassa la cuisse.

Selon le même écrivain, un accident semblable serait arrivé précédemment à un savant bénédictin anglais, Olivier de Malmesbury. Ce bénédictin passait pour fort habile dans l'art de prédire l'avenir ; cependant il ne sut point deviner le sort qui l'attendait. Il fabriqua des ailes, d'après la description qu'Ovide nous a laissée de celles de Dédale, les attacha à ses bras et à ses pieds, et s'élança du haut d'une tour. Mais ses ailes le sou-

tinrent à peine l'espace de cent vingt pas; il tomba au pied de la tour, se cassa les jambes, et traîna depuis ce moment une vie languissante. Il se consolait néanmoins de sa disgrâce en affirmant que son entreprise aurait certainement réussi s'il avait eu la précaution de se munir d'une queue.

Pendant l'année 1768, un mécanicien nommé Le Besnier, originaire de la province du Maine, fit à Paris diverses expériences d'une *machine à voler*. L'instrument dont il se servait était composé de quatre ailes ou pales de taffetas, brisées en leur milieu, et pouvant se plier et se mouvoir à l'aide d'une charnière, comme un volet de fenêtre. Ces ailes étaient fixées sur ses épaules, et il les faisait mouvoir alternativement au moyen des pieds et des mains. Le Besnier ne prétendait pas s'élever de terre ni planer longtemps en l'air, mais il assurait qu'en partant d'un lieu médiocrement élevé, il pourrait se transporter aisément d'un endroit à un autre, de manière à franchir, par exemple, un bois ou une rivière. Le *Journal des savants* du 13 septembre 1678 assure que Le Besnier fit usage de ses ailes avec un certain succès, et qu'un baladin qui en acheta une paire à l'inventeur s'en servit heureusement à la foire de Guibray.

Il n'en fut pas de même d'un certain Bernon, qui, à Francfort, se cassa le cou en essayant de voler.

Dans son petit ouvrage sur *les ballons*, M. Julien Turgan rapporte un fait intéressant qui se serait passé à Lisbonne en 1736. « Dans une expérience publique faite à Lisbonne en 1736, en présence du roi Jean V, un certain Gusman, physicien portugais, s'éleva, dit M. Turgan, dans un *panier d'osier* recouvert de papier. *Un brasier était allumé sous la machine ;* mais, arrivée à la hauteur des toits, elle se heurta contre la corniche du Palais-Royal, se brisa et tomba. Toutefois la chute eut lieu assez doucement pour que Gusman demeurât sain et sauf. Les spectateurs, enthousiasmés, lui décernèrent le titre

d'*ovador* (l'homme volant). Encouragé par ce demi-succès, il s'apprêtait à réitérer l'épreuve, lorsque l'inquisition le fit arrêter comme sorcier. Le malheureux aéronaute fut jeté dans un *in-pace*, d'où il serait sorti pour monter sur le bûcher sans l'intervention du roi. »

A une époque plus rapprochée de la nôtre, le marquis de Baqueville eut à Paris un sort à peu près semblable. Il avait construit d'énormes ailes pareilles à celles qu'on donne aux anges; il annonça qu'il traverserait la Seine en volant, et viendrait s'abattre dans le jardin des Tuileries. L'hôtel du marquis de Baqueville était situé sur le quai des Théatins, au coin de la rue des Saints-Pères. Il s'élança de sa fenêtre et s'abandonna à l'air. Il paraît que dans les premiers instants son vol fut assez heureux, mais lorsqu'il fut parvenu au milieu de la Seine, ses mouvements devinrent incertains, et il finit par tomber sur un bateau de blanchisseuses; le volume de ses ailes amortit un peu la chute : il en fut quitte pour une cuisse cassée.

La tradition rapporte que sous Louis XIV, un danseur de corde nommé Alard annonça qu'il ferait devant le roi, à Saint-Germain, une expérience de vol aérien. Il devait s'élancer de la terrasse, et se rendre, par la voie de l'air, jusque dans le bois du Vésinet. Il paraît qu'il se servait d'une sorte de pales ou plans inclinés à l'aide desquels il comptait s'abaisser doucement vers la terre. Il partit, mais l'appareil répondant mal aux vues de sa construction, le maladroit Dédale tomba au pied de la terrasse et se blessa dangereusement.

En 1772, l'abbé Desforges, chanoine à Étampes, fit publier, par la voie des journaux, l'annonce de l'expérience publique d'une voiture volante de son invention. Au jour indiqué, un grand nombre de curieux répondirent à cet appel. On trouva le chanoine installé avec sa voiture sur la vieille tour de Guitel. Sa machine était une sorte de nacelle munie de grandes ailes à charnières. Elle était longue de sept pieds et large de trois

et demi. Selon l'inventeur, tout avait été prévu; la gondole, qui pouvait au besoin servir de bateau, devait faire trente lieues à l'heure ; ni les vents, ni la pluie, ni l'orage, ne devaient arrêter son essor. Le chanoine entra dans sa voiture, et le moment du départ étant venu, il déploya ses ailes, qui furent mises en mouvement avec une grande vitesse. « Mais, dit un témoin oculaire, plus il les agitait, plus sa machine semblait presser la terre et vouloir s'identifier avec elle. »

La dernière machine du genre de celles qui nous occupent, est le *bateau volant* dont Blanchard, en 1782, faisait l'exhibition dans la rue Taranne. Malgré toutes ses annonces et ses promesses, il ne put rien obtenir de sérieux.

Le mauvais résultat des nombreux essais entrepris pendant le dernier siècle, pour construire des machines aériennes, fit abandonner toutes ces vaines recherches. Si le succès eût couronné d'aussi puériles tentatives, on aurait obtenu une machine pouvant peut-être satisfaire quelques instants la curiosité publique, mais incapable, en fin de compte, de répondre à aucun objet d'application sérieuse. D'ailleurs, le géomètre Lalande démontra l'impossibilité de réussir dans les recherches de ce genre. Dans une lettre adressée, en 1782, au *Journal des savants*, Lalande prouva mathématiquement que pour élever et soutenir un homme dans les airs, sans autre point d'appui que lui-même, il faudrait le munir de deux ailes de cent quatre-vingts pieds de long et d'autant de large, c'est-à-dire de la dimension des voiles d'un vaisseau, masse évidemment impossible à soutenir et à manœuvrer avec les seules forces d'un homme.

Les recherches relatives à la construction des machines à voler étaient donc à peu près oubliées, lorsque la découverte des aérostats vint ramener l'attention sur elles, et rendre quelque valeur au petit nombre de résultats pratiques qu'elles avaient mis en lumière. On se proposa de munir le voyageur aéronaute d'un appareil propre à favoriser sa descente dans les

cas périlleux ou embarrassants, et ce problème fut assez facilement résolu, grâce aux données fournies par les expériences antérieures concernant le vol aérien.

Le physicien qui a le premier mis en pratique le principe sur lequel est fondé le parachute actuel, est Sébastien Lenormand, qui devint plus tard professeur de technologie au Conservatoire des arts et métiers de Paris. C'est à Montpellier qu'il fit, en 1783, sa première expérience. Lenormand avait lu dans quelques relations de voyage, que, dans certains pays, des esclaves, pour amuser leur roi, se laissent tomber, munis d'un parasol, d'une assez grande hauteur, sans se faire de mal, parce qu'ils sont retenus par la couche d'air comprimée par le parasol. Il lui vint à l'esprit de répéter lui-même cette expérience, et le 26 novembre 1783, il se laissa aller de la hauteur d'un premier étage, tenant de chaque main un parasol de trente pouces; les extrémités des baleines de ces parasols étaient rattachées au manche par des ficelles, afin que la colonne d'air ne les fît pas rebrousser en arrière. La chute lui parut insensible. En faisant cette expérience, Lenormand fut aperçu par un curieux qui en rendit compte à l'abbé Bertholon, alors professeur de physique à Montpellier. Ce dernier ayant demandé à Lenormand quelques explications à ce sujet, Lenormand lui offrit de répéter devant lui l'expérience, en faisant tomber de cette manière différents animaux du haut de la tour de l'observatoire de Montpellier. Ils firent ensemble ce nouvel essai. Lenormand disposa un parasol de trente pouces, comme il l'avait fait la première fois, et il attacha au bout du manche divers animaux dont la grosseur et le poids étaient proportionnés au diamètre du parasol. Les animaux touch rent la terre sans éprouver la moindre secousse. « D'après cette expérience, dit Lenormand, je calculai la grandeur d'un parasol capable de garantir d'une chute, et je trouvai qu'un diamètre de quatorze pieds suffisait, en supposant que l'homme et le parachute n'excèdent pas le

poids de deux cents livres; et qu'avec ce parachute, un homme peut se laisser tomber de la hauteur des nuages sans risquer de se faire de mal... Ce fut pendant la tenue des états du ci-devant Languedoc, c'est-à-dire vers la fin de décembre 1783, que je fis cette expérience. Le citoyen Montgolfier était alors à Montpellier ; il fut témoin de quelques-unes de ces expériences ; il approuva beaucoup le nom de *parachute* que je donnai à ces machines, et proposa d'y faire quelques changements (1). »

Peu de temps après, Blanchard, dans ses ascensions publiques, répétait sous les yeux des Parisiens et comme objet de divertissement, l'expérience exécutée par Lenormand du haut de la tour de l'observatoire de Montpellier. Il attachait à un vaste parasol divers animaux qu'il lançait du haut de son ballon et qui arrivaient à terre sans le moindre mal. Mais, bien que ces expériences eussent toujours réussi, Blanchard n'eut jamais la pensée de les exécuter lui-même ni de rechercher si le parachute développé et agrandi pourrait devenir pour l'aéronaute un moyen de sauvetage.

Cette pensée audacieuse s'offrit pour la première fois à l'esprit de deux prisonniers.

Jacques Garnerin, qui devint plus tard l'émule et le rival heureux de Blanchard, avait été témoin, à Paris, des expériences que ce dernier exécutait avec différents animaux qu'il faisait descendre en parachute du haut de son ballon. Envoyé en 1793 à l'armée du Nord, comme commissaire de la Convention, Garnerin fut fait prisonnier dans un combat d'avant-postes à Marchiennes. Pendant les loisirs de la longue captivité qu'il subit en Hongrie dans les prisons de Bude, l'expérience de Blanchard lui revint en mémoire, et il résolut de la mettre à profit pour recouvrer sa liberté. Mais il ne put réussir à cacher les préparatifs de sa fuite; on s'empara des pièces qu'il

(1) *Annales de physique et de chimie*, t. XXXVI, page 97.

commençait à disposer, et il dut renoncer à mettre son projet à exécution.

Un autre prisonnier poussa plus loin la tentative ; ce fut Drouet, le maître de poste de Sainte-Menehould, qui avait arrêté Louis XVI pendant sa fuite à Varennes.

Drouet avait été nommé par le département de la Marne, membre de la Convention. En 1793, il fut envoyé comme commissaire à l'armée du Nord, et il se trouvait à Maubeuge lors du blocus de cette ville par les Autrichiens. Craignant de tomber au pouvoir des assiégeants, il se décida à revenir à Paris et partit pendant la nuit avec une escorte de dragons. Mais son cheval s'étant abattu, il fut pris par les Autrichiens, qui l'emmenèrent prisonnier à Bruxelles, puis à Luxembourg. Lorsque les alliés abandonnèrent les Pays-Bas, en 1794, ils transportèrent Drouet à la forteresse de Spielberg, en Moravie, et c'est là qu'inspiré par le souvenir des expériences de Blanchard, il essaya de s'échapper à l'aide d'une sorte de parachute. Il fabriqua avec les rideaux de son lit une sorte de vaste parasol, et réussit à cacher son travail aux soldats qui le gardaient. La nuit étant venue, il se laissa aller du haut de la citadelle ; mais il se cassa le pied en tombant, et fut ramené dans sa prison, d'où il ne sortit qu'un an après pour être échangé, avec quelques autres représentants du peuple, contre la fille de Louis XVI.

Rendu à la liberté en 1797, Jacques Garnerin en profita pour mettre à exécution le projet qu'il avait conçu dans les prisons de Bude. Il voulut reconnaître si le parachute, avec les dimensions et la forme qu'il avait calculées, ne pourrait pas être utile comme moyen de sauvetage dans les voyages aérostatiques. Il exécuta cette courageuse expérience le 22 octobre 1797.

A cinq heures du soir, Jacques Garnerin s'éleva du parc de Monceaux. La petite nacelle dans laquelle il s'était placé était surmontée d'un parachute replié, suspendu lui-même à l'aéro-

stat. L'affluence des curieux était considérable, un morne silence régnait dans la foule, l'intérêt et l'inquiétude étaient peints sur tous les visages. Lorsqu'il eut dépassé la hauteur de mille mètres, on le vit couper la corde qui rattachait le parachute à son ballon. Ce dernier s'éleva et se perdit dans les nues, tandis que la nacelle et le parachute étaient précipités vers la terre avec une prodigieuse vitesse. L'instrument s'étant développé, la vitesse de la chute fut très amoindrie. Mais la nacelle faisait des oscillations énormes qui résultaient de ce que l'air accumulé au-dessous du parachute et ne rencontrant pas d'issue, s'échappait tantôt par un bord, tantôt par un autre, et provoquait des oscillations et des secousses effrayantes. Un cri d'épouvante s'échappa du sein de la foule, plusieurs femmes s'évanouirent. Heureusement on n'eut à déplorer aucun accident fâcheux. Arrivée à terre, la nacelle heurta fortement le sol, mais ce choc n'eut point d'issue funeste. Garnerin monta aussitôt à cheval et s'empressa de revenir au parc de Monceaux pour rassurer ses amis et recevoir les félicitations que méritait son courage. L'astronome Lalande, son ami, s'empressa d'aller annoncer ce succès à l'Institut, qui se trouvait assemblé, et la nouvelle fut reçue avec un intérêt extrême. Il sera peut-être intéressant de lire ici la narration de cette belle expérience donnée par Garnerin lui-même dans le *Journal de Paris.*

« On ne saurait croire, dit Garnerin, tous les obstacles qu'il me fallut vaincre pour arriver à l'expérience du parachute que j'ai faite le 1er de ce mois, au parc de Monceaux. J'ai été obligé de construire mon parachute en deux jours et deux nuits. Pour que le parachute fût prêt le jour indiqué, je fus non-seulement contraint de renoncer aux projets de précaution que commandait la prudence dans un essai de cette importance, mais je fus encore obligé de supprimer beaucoup des agrès nécessaires à ma sûreté..... Le 1er brumaire, jour indiqué pour l'expérience, j'éprouvai encore d'autres contre-temps. A deux heures, je n'avais pas encore reçu une goutte d'acide sulfurique pour obtenir le gaz in-

flammable propre à remplir mon aérostat. L'opération commença plus tard ; un vent violent contrariait les manœuvres ; à quatre heures et demie, je doutais encore que mon ballon pût m'enlever avant la nuit. Le ballon d'essai qui devait m'indiquer la direction que j'allais suivre manqua ; en suspendant le parachute au ballon, le tuyau qui lui servait de manche se rompit, et le cercle qui le tenait se cassa. Malgré tous ces accidents, je partis, emportant avec moi cent livres de lest, dont je jetais subitement le quart dans l'enceinte même, pour franchir les arbres sur lesquels je craignais d'être porté par le vent. Je dépassai rapidement la hauteur de 300 toises, d'où j'avais promis de me précipiter avec mon parachute.

» Je fus porté sur la plaine de Monceaux, qui me parut très favorable pour consommer l'expérience aux yeux des spectateurs. Aller plus loin, c'eût été en diminuer le mérite pour eux, et c'était prolonger trop longtemps leur inquiétude sur l'événement. Tout combiné, je prends mon couteau et je tranche la corde fatale au-dessus de ma tête. Le ballon fit explosion sur-le-champ, et le parachute se déploya en prenant un mouvement d'oscillation qui lui fut communiqué par l'effort que je fis en coupant la corde, ce qui effraya beaucoup le public.

» Bientôt j'entendis l'air retentir de cris perçants. J'aurais pu ralentir ma descente en me débarrassant d'un lest de 75 livres qui restait dans ma nacelle ; mais j'en fus empêché par la crainte que les sacs qui le contenaient ne tombassent sur la foule de curieux que je voyais au-dessous de moi. L'enveloppe du ballon arriva longtemps à terre avant moi.

» Je descendis enfin sans accident dans la plaine de Monceaux, où je fus embrassé, caressé, porté, froissé et presque étouffé par une multitude immense qui se pressait autour de moi.

» Tel fut le résultat de l'expérience du parachute, dont je conçus l'idée dans mon cachot de la forteresse de Bude, en Hongrie, où les Autrichiens m'ont retenu comme otage et prisonnier d'État.

» Je laisse aux témoins de cette scène le soin de décrire l'impression que fit sur les spectateurs le moment de ma séparation du ballon et de ma descente en parachute ; il faut croire que l'intérêt fut bien vif, car on m'a rapporté que les larmes coulaient de tous les yeux, et que des dames, aussi intéressantes par leurs charmes que par leur sensibilité, étaient tombées évanouies. »

Dès sa seconde ascension, Garnerin apporta au parachute un perfectionnement indispensable qui lui donna toutes les conditions nécessaires de sécurité. Il pratiqua au sommet une ouverture circulaire surmontée d'un tuyau de un mètre de hauteur. L'air accumulé dans la concavité du parachute s'échappe par cet orifice, et de cette manière, sans nuire aucunement à l'effet de l'appareil, on évite ces oscillations qui avaient fait courir à Garnerin un si grand danger.

Le parachute dont on se sert aujourd'hui est le même appareil que Garnerin a construit et employé en 1797. C'est une sorte de vaste parasol de cinq mètres de rayon, formé de trente-six fuseaux de taffetas, cousus ensemble et réunis, au sommet, à une rondelle de bois. Quatre cordes partant de cette rondelle, soutiennent la nacelle ou plutôt la corbeille d'osier dans laquelle se place l'aéronaute; trente-six petites cordes, fixées aux bords du parasol, viennent s'attacher à la corbeille; elles sont destinées à l'empêcher de se rebrousser par l'effort de l'air. La distance de la corbeille au sommet de l'appareil est d'environ dix mètres. Lors de l'ascension, l'appareil est fermé, mais seulement aux trois quarts environ; un cercle de bois léger d'un mètre et demi de rayon, concentrique au parachute, le maintient un peu ouvert, de manière à favoriser, au moment de la descente, l'ouverture et le développement de la machine par l'effet de la résistance de l'air. Au sommet se trouve pratiquée une ouverture qui permet à l'air comprimé de s'échapper rapidement sans nuire à sa résistance qui modère la vitesse de la descente.

Le parachute qui avait été inventé par Garnerin, pour offrir à l'aéronaute un moyen de sauvetage, n'a cependant jamais répondu à cette intention. Il n'existe pas un seul cas dans lequel on se soit servi du parachute pour terminer une ascension périlleuse. Il est, en effet, assez difficile de comprendre comment on pourrait, au milieu des airs, descendre, de la nacelle du

ballon, dans la petite corbeille d'osier placée sous le parachute, et qui se trouve suspendue à la nacelle par une simple corde. Cet appareil n'a donc jamais servi qu'à donner au public le spectacle émouvant et extraordinaire d'un homme se précipitant dans l'espace à une prodigieuse hauteur. C'est ainsi que Jacques Garnerin, Élisa Garnerin, sa nièce, madame Blanchard, et de nos jours Poitevin et Godard, leurs courageux émules, ont montré si souvent à Paris le spectacle toujours nouveau et toujours admiré de leur descente au milieu des airs. Aucun événement fâcheux n'a signalé ces belles et courageuses expériences. Si dans une seule occasion elles ont eu une issue funeste, on ne doit l'attribuer qu'à l'imprévoyance et à l'ignorance de l'opérateur : nous voulons parler de la mort de M. Cocking.

M. Cocking était un amateur anglais qui s'était mis en tête de créer un nouveau parachute. M. Green, qu'il avait accompagné dans quelques ascensions, eut le tort d'ajouter foi à sa prétendue découverte, et le tort plus grand encore de se prêter à l'expérience. Il était cependant bien facile de comprendre par avance que le projet de M. Cocking était tout simplement une folie. Voici, en effet, la disposition qu'il avait imaginée. Le parachute employé par les aéronautes est un véritable parasol, dont la concavité regarde la terre ; en tombant il pèse sur l'air atmosphérique et s'appuie dès lors sur un support résistant. M. Cocking prenait le contre-pied de cette disposition ; il renversait le parasol dont la concavité regardait le ciel : c'était une disposition merveilleusement choisie pour précipiter la chute au lieu de la retarder. L'événement ne le prouva que trop. Dans une ascension faite au Wauxhall de Londres, le 27 septembre 1836, M. Green s'était embarqué, tenant M. Cocking et son déplorable appareil suspendus par une corde à la nacelle de son ballon. Parvenu à une hauteur de douze cents mètres, M. Green coupa la corde, et il dut considérer avec terreur la chute épouvantable du malheureux qu'il venait de lancer dans l'éternité.

En une minute et demie, l'aéronaute fut précipité à terre, d'où on le releva sans vie.

CHAPITRE VI.

Application des aérostats aux sciences. — Voyage scientifique de Robertson et Saccharoff. — Voyage de MM. Biot et Gay-Lussac ; — de MM. Barral et Bixio.

Un temps considérable s'était écoulé depuis l'invention des aérostats, et les sciences n'en avaient encore retiré aucun profit. Aussi l'enthousiasme qui avait d'abord accueilli cette découverte avait-il fait place à une indifférence et à un découragement extrêmes ; on fondait si peu d'espoir sur l'application des aérostats aux sciences physiques, que vingt ans se passèrent sans amener une seule tentative dans cette voie. Ce n'est, en effet, qu'en 1803 que s'accomplit la première ascension exécutée dans la vue d'étudier certains points de l'histoire de notre globe : le physicien Robertson en fut le héros.

Tout Paris a vu, sous l'Empire et sous la Restauration, le physicien Robertson montrant dans la rue de la Paix, à l'ancien couvent des Capucines, son cabinet de fantasmagorie. Les débuts de sa carrière avaient été plus brillants. Flamand d'origine, Robertson passa à Liége, lieu de sa naissance, la première partie de sa jeunesse. Il se disposait à entrer dans les ordres, et s'occupait à Louvain des études relatives à sa profession future, lorsque les événements de la révolution française le détournèrent de ce projet. Il vint à Paris et se consacra à l'étude des sciences physiques. Il s'est vanté d'avoir fait connaître le premier en France les travaux de Volta sur l'électricité. Tout ce que l'on peut dire, c'est que, lorsque Volta vint à Paris exposer ses dé-

couvertes, Robertson l'accompagnait auprès des savants de la capitale, et avait avec lui des relations quotidiennes. Peu de temps après, Robertson obtint au concours la place de professeur de physique au collége du département de l'Ourthe, qui faisait alors partie de la France. Mais son esprit aventureux et inquiet s'accommodait mal de la rigueur des règles de la maison: il abandonna sa place et revint à Paris. Après avoir essayé inutilement de diverses carrières, excité par les succès de Blanchard, il embrassa la profession d'aéronaute. Ses connaissances assez étendues en physique lui devinrent d'un grand secours dans cette carrière nouvelle ; elles lui donnèrent les moyens d'exécuter la première ascension que l'on ait faite dans un intérêt véritablement scientifique.

Le beau voyage que Robertson exécuta à Hambourg, le 18 juillet 1803, avec son compatriote Lhoest, fit beaucoup de bruit en Europe. Les aéronautes demeurèrent cinq heures et demie dans l'air, et descendirent à vingt-cinq lieues de leur point de départ. Ils s'élevèrent jusqu'à la hauteur de 7,400 mètres, et se livrèrent à différentes observations de physique. Entre autres faits, ils crurent reconnaître qu'à une hauteur considérable dans l'atmosphère, les phénomènes du magnétisme terrestre perdent sensiblement de leur intensité, et qu'à cette élévation l'aiguille aimantée oscille avec plus de lenteur qu'à la surface de la terre, phénomène qui indiquerait, s'il est vrai, un affaiblissement dans les propriétés magnétiques de notre globe à mesure que l'on s'élève dans les régions supérieures.

Robertson nous a laissé un exposé assez étendu de son ascension ; nous rapporterons quelques parties de son récit.

« ..... Je partis, dit-il, à neuf heures du matin, accompagné de M. Lhoest, mon condisciple et compatriote français, établi dans cette ville; nous avions 140 livres de lest. Le baromètre marquait 28 pouces, le thermomètre de Réaumur 16°. Malgré un faible vent du nord-ouest, l'aérostat monta si perpendiculairement et si

haut, que dans toutes les rues chacun croyait l'avoir à son zénith. Pour accélérer notre élévation, je détachai un parachute de soie, d'une forme parabolique, et ayant dans sa périphérie des cases dont le but était d'éviter les oscillations. L'animal qu'il soutenait, enfermé dans une corbeille, descendit avec une lenteur de 2 pieds par seconde, et d'une manière presque uniforme. Dès l'instant où le baromètre commença à descendre, nous ménageâmes notre lest avec beaucoup de prudence, afin d'éprouver d'une manière moins sensible les différentes températures par lesquelles nous allions passer.

» A dix heures quinze minutes, le baromètre était à 19 pouces et le thermomètre à 3 degrés au-dessus de zéro. Sentant arriver graduellement toutes les incommodités d'un air raréfié, nous commençâmes à disposer quelques expériences sur l'électricité atmosphérique..... L'électricité des nuages que j'ai obtenue trois fois a toujours été vitrée.

» Nous fûmes souvent détournés dans ces différents essais par la surveillance qu'il fallait accorder à l'aérostat, dont le taffetas se distendait avec violence, quoique l'appendice fût ouvert; le gaz en sortait en sifflant et devenait visible en passant dans une atmosphère plus froide ; nous fûmes même obligés, crainte d'explosion, de donner deux issues au gaz hydrogène en ouvrant la soupape. Comme il restait encore beaucoup de lest, je proposai à mon compagnon de monter encore : aussi zélé et plus robuste que moi, il m'en témoigna le plus grand désir, quoiqu'il se trouvât fort incommodé. Nous jetâmes du lest pendant quelque temps; bientôt le baromètre indiqua un mouvement progressif ; enfin, le froid augmenta, et nous ne tardâmes pas à le voir descendre avec une extrême lenteur. Pendant les différents essais dont nous nous occupions, nous éprouvions une anxiété, un malaise général ; le bourdonnement d'oreilles dont nous souffrions depuis longtemps augmentait d'autant plus que le baromètre dépassait les 13 pouces. La douleur que nous éprouvions avait quelque chose de semblable à celle que l'on ressent lorsque l'on plonge la tête dans l'eau. Nos poitrines paraissaient dilatées et manquaient de ressort ; mon pouls était précipité. Celui de M. Lhoest l'était moins : il avait, ainsi que moi, les lèvres grosses, les yeux saignants ; toutes les veines étaient arrondies et se dessinaient en relief sur mes mains. Le sang se portait tellement à la tête, qu'il me fit remarquer que son chapeau lui paraissait trop étroit. Le froid aug-

menta d'une manière sensible; le thermomètre descendit assez brusquement jusqu'à 2 degrés et vint se fixer à 5 degrés et demi au-dessous de glace, tandis que le baromètre était à 12 pouces 4/100. A peine me trouvai-je dans cette atmosphère, que le malaise augmenta; j'étais dans une apathie morale et physique; nous pouvions à peine nous défendre d'un assoupissement que nous redoutions comme la mort. Me défiant de mes forces, et craignant que mon compagnon de voyage ne succombât au sommeil, j'avais attaché une corde à ma cuisse, ainsi qu'à la sienne; l'extrémité de cette corde passait dans nos mains. C'est dans cet état, peu propre à des expériences délicates, qu'il fallut commencer les observations que je me proposais. »

Ici Robertson donne le détail des expériences qu'il fit sur l'électricité et le magnétisme. A la hauteur qu'il occupait dans l'atmosphère, les phénomènes de l'électricité statique lui paraissaient sensiblement affaiblis; le verre, le soufre et la cire d'Espagne ne s'électrisaient que très faiblement par le frottement. La pile de Volta fonctionnait avec moins d'énergie qu'à la surface de la terre. En même temps il crut reconnaître que les oscillations de l'aiguille aimantée diminuaient d'intensité, ce qui l'amena à admettre l'affaiblissement du magnétisme terrestre à mesure que l'on s'élève dans les hautes régions de l'air. Nous ne rapporterons pas ces expériences, car nous les trouverons bientôt réfutées et expliquées par M. Biot.

« A onze heures et demie, continue Robertson, le ballon n'était plus visible pour la ville de Hambourg, du moins personne ne nous a assuré nous avoir observés à cette heure-là. Le ciel était si pur sous nos pieds, que tous les objets se peignaient à nos yeux dans un diamètre de plus de vingt-cinq lieues avec la plus grande précision, mais dans la proportion de la plus petite miniature. A onze heures vingt-cinq minutes, la ville de Hambourg ne paraissait plus que comme un point rouge à nos yeux; l'Elbe se dessinait en blanc, comme un ruban très étroit. Je voulus faire usage d'une lunette de Dollon; mais ce qui me surprit, c'est qu'en la prenant, je la trouvai si froide que je fus

obligé de l'envelopper dans mon mouchoir pour la maintenir. Lorsque nous étions à notre plus grande élévation, il s'éleva du côté de l'est quelques nuages sous nos pieds, mais à une distance telle, que mon ami crut que c'était un incendie de quelque ville. La lumière, étant différemment réfléchie par les nuages que sur la terre, leur fait prendre des formes arrondies, et leur donne une couleur blanchâtre et éblouissante comme la neige ; beaucoup d'objets tels que des habitations, des lacs ou des bois, nous paraissaient des concavités.

» Ne pouvant supporter aussi longtemps que nous l'aurions désiré la position pénible où nous nous trouvions, nous descendîmes après avoir perdu beaucoup de gaz et de lest. Notre descente nous offrit le spectacle de la terreur que peut inspirer un aérostat aussi grand que le nôtre, dans un pays où l'on n'a jamais vu de semblables machines : elle s'effectuait justement au-dessus d'un pauvre village appelé Badenbourg, placé au milieu des bruyères du Hanovre ; notre apparition y jeta l'alarme, et l'on s'empressa de ramener les bestiaux des campagnes.

» Pendant que notre aérostat descendait avec assez de vitesse, nous agitions nos chapeaux, nos banderoles, et nous appelions à nous les habitants ; mais notre voix augmentait leur terreur. Ces villageois nous prenaient pour un oiseau qu'ils croyaient invulnérable, et que le préjugé leur fait connaître sous le nom d'*oiseau de fer* ou *aigle d'acier*. Ils couraient en désordre, jetant des cris affreux ; ils abandonnaient leurs troupeaux, dont les beuglements augmentaient encore l'alarme. Lorsque l'aérostat toucha la terre, chacun s'était enfermé chez soi. Ayant appelé inutilement à plusieurs reprises, et craignant que la frayeur ne les portât à quelques violences, nous jugeâmes qu'il était prudent de remonter, et je m'y déterminai avec d'autant plus de plaisir que je désirais faire un troisième essai sur l'électricité, que deux fois j'avais trouvée positive.

» Cette seconde ascension épuisa tout à fait notre lest ; nous en pressentions le besoin, car le ballon ayant longtemps nagé dans une atmosphère raréfiée, était flasque et avait perdu beaucoup de gaz ; nous fîmes cependant encore dix lieues. Je prévis que notre descente serait extrêmement accélérée ; comme il ne me restait plus de lest, je rassemblai tout ce qu'il y avait dans la nacelle, tels que les instruments de physique, le baromètre même, le pain, les cordes, les bouteilles, les effets et jusqu'à l'argent que nous

avions sur nous; je déposai tous ces objets dans trois sacs, qui avaient contenu le sable, je les attachai à une corde que je fis descendre à 100 pieds au-dessous de la gondole. Ce moyen nous préserva de la secousse. Le poids parvint à terre avant l'aérostat, qui se trouva allégé de plus de 50 livres. Il descendit plus lentement, sur la bruyère entre Wichtenbeck et Hanovre, après avoir parcouru vingt-cinq lieues en cinq heures et demie. »

En quittant l'Allemagne, Robertson se rendit en Russie, et le bruit de ses expériences sur le magnétisme terrestre décida l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg à les faire répéter par l'auteur lui-même. Avec le concours de cette Académie, Robertson, assisté d'un savant moscovite, M. Saccharoff, exécuta à Saint-Pétersbourg une nouvelle ascension. Les expériences auxquelles ils se livrèrent ensemble confirmèrent son assertion relativement à l'affaiblissement de l'action magnétique de la terre.

Les résultats annoncés par Robertson et Saccharoff soulevèrent beaucoup d'objections parmi les savants de Paris. Dans une séance de l'Institut, Laplace proposa de faire vérifier le fait annoncé par ces expérimentateurs, relativement à l'affaiblissement de la force magnétique de notre globe, en se servant des moyens offerts par l'aérostation. Berthollet et plusieurs autres académiciens appuyèrent la demande de Laplace. Cette proposition ne pouvait être faite dans des circonstances plus favorables, puisque Chaptal était alors ministre de l'intérieur. Aussi la décision fut-elle prise à l'instant même, et l'on désigna, pour exécuter l'ascension, MM. Biot et Gay-Lussac, qui étaient les plus jeunes et les plus ardents professeurs de l'époque. Conté se chargea de construire et d'appareiller l'aérostat. Les dispositions qu'il prit pour rendre le voyage aussi sûr que commode ne laissaient rien à désirer. Aussi, le jour fixé pour l'ascension, les deux académiciens n'eurent qu'à se rendre au jardin du Luxembourg, munis de leurs instruments. Cependant, au moment du départ,

il survint un accident qui nécessita l'ajournement du voyage. L'aérostat s'était trouvé plus tôt prêt que les aéronautes, et ceux-ci avaient cru pouvoir sans danger le faire attendre. Mais les piquets auxquels étaient fixées les cordes qui le retenaient, étaient plantés sur un terrain récemment remué, et par conséquent peu solide ; une pluie abondante tombée pendant la nuit l'avait détrempé, de sorte que les piquets ne purent résister longtemps à la force ascensionnelle de l'aérostat. En arrivant au Luxembourg, MM. Biot et Gay-Lussac furent tout surpris de voir le ballon en l'air, et un grand nombre de personnes occupées à ramener le fugitif. Heureusement on put saisir les lisières, et on le ramena sur le sol. Il fallut néanmoins remettre l'ascension à un autre jour et choisir un local plus convenable. On se décida pour le jardin du Conservatoire des arts et métiers, et c'est de là que MM. Biot et Gay-Lussac partirent, le 20 août 1804, pour accomplir la plus belle ascension scientifique qu'on ait encore exécutée.

Le but principal de cette ascension était de rechercher si la propriété magnétique éprouve quelque diminution appréciable quand on s'éloigne de la terre. L'examen attentif auquel les deux savants soumirent, pendant presque toute la durée du voyage, les mouvements de l'aiguille aimantée, les amena à conclure que la propriété magnétique ne perd rien de son intensité quand on s'élève dans les régions supérieures. A quatre mille mètres de hauteur, les oscillations de l'aiguille aimantée coïncidaient en nombre et en amplitude avec les oscillations reconnues à la surface de la terre. Ils expliquèrent l'erreur dans laquelle, selon eux, Robertson était tombé, par la difficulté que présente l'observation de l'aiguille magnétique au milieu des oscillations continuelles de l'aérostat. Ils constatèrent aussi, contrairement aux assertions de Robertson, que la pile de Volta et les appareils d'électricité statique fonctionnent aussi bien à une grande hauteur dans l'atmosphère qu'à la surface du sol.

L'électricité qu'ils recueillirent était négative, et sa quantité s'accroissait avec la hauteur. L'observation de l'hygromètre leur fit reconnaître que la sécheresse croissait également avec l'élévation. Enfin MM. Biot et Gay-Lussac firent différentes observations thermométriques, mais elles ne furent point suffisantes pour amener à quelque conclusion rigoureuse relativement à la loi de décroissance de la température dans les régions élevées.

Le voyage aérostatique exécuté par MM. Biot et Gay-Lussac avait laissé beaucoup de points à éclaircir; il fallait confirmer les premières observations et les vérifier en s'élevant à une plus grande hauteur. Pour atteindre ce dernier but avec l'aérostat qui avait servi aux premières expériences, un seul observateur devait s'élever. Il fut décidé que M. Gay-Lussac exécuterait cette nouvelle ascension. Dans ce second voyage, M. Gay-Lussac confirma et étendit les résultats qu'il avait obtenus avec M. Biot relativement à la permanence de l'action magnétique du globe. Il prit un assez grand nombre d'observations thermométriques, et essaya de déterminer à leur aide la loi de décroissance de température dans les hautes régions de l'air. L'observation de l'hygromètre n'amena à aucune conclusion satisfaisante. A la hauteur de six mille cinq cents mètres, M. Gay-Lussac recueillit de l'air qui, soumis à l'analyse, se trouva parfaitement identique, pour sa composition, avec l'air qui existe à la surface de la terre (1).

En terminant la relation de son beau voyage, M. Gay-Lussac exprimait le vœu que l'Académie lui donnât les moyens de continuer cette série d'expériences intéressantes. Malheureusement

(1) Voyez à la fin du volume (Note III) la relation complète du voyage de MM. Biot et Gay-Lussac, présentée à l'Institut par M. Biot, et (Note IV) un extrait de la relation du voyage aérostatique de M. Gay-Lussac.

ce vœu n'a pas été rempli. Depuis le voyage de MM. Biot et Gay-Lussac, les seules ascensions effectuées dans l'intérêt exclusif des sciences se réduisent à une courte excursion aérienne exécutée en Amérique par M. de Humboldt et aux tentatives plus récentes de MM. Barral et Bixio. L'ascension de M. de Humboldt en Amérique n'a produit, au point de vue des sciences, que fort peu de résultats. Quant aux deux ascensions de MM. Barral et Bixio, elles n'ont guère porté plus de fruits, et tout s'est réduit, pour les hardis et savants explorateurs, à l'honneur stérile d'un naufrage. Cependant les détails de leurs tentatives méritent d'être rappelés.

MM. Barral et Bixio, l'un chimiste habile, ancien répétiteur à l'École polytechnique, l'autre médecin et homme politique bien connu par le rôle qu'il a joué à l'Assemblée constituante, conçurent le projet de s'élever en ballon à une grande hauteur, pour étudier, avec les instruments perfectionnés que nous possédons, plusieurs phénomènes météorologiques encore imparfaitement observés. Les appareils et les instruments nécessaires à cette expédition avaient été construits par M. Regnault avec un soin, une délicatesse et une patience infinis ; M. Dupuis-Delcourt avait fourni le ballon qui devait les emporter dans les hautes régions de l'air.

L'ascension eut lieu devant la cour de l'Observatoire, le 29 juin 1850, à dix heures et demie du matin. Le ballon était rempli d'hydrogène pur, préparé au moyen de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer. Tous les instruments, baromètres, thermomètres, hygromètres, ballons destinés à recueillir de l'air, etc., étaient rangés, suspendus à un cercle, au-dessus de la nacelle où se placèrent les voyageurs.

Cependant, au moment de partir, on reconnut que plusieurs dispositions de l'appareil aérostatique étaient loin d'être convenables, et faisaient craindre pour l'expédition un dénoûment fâcheux. Le ballon était vieux et d'une étoffe usée, le filet trop

étroit ; les cordes qui supportaient la nacelle étaient trop courtes : aussi, au lieu de rester suspendue, comme à l'ordinaire, à quelques mètres au-dessous de l'aérostat, la nacelle se trouvait-elle presque en contact avec lui. Enfin une pluie torrentielle vint à tomber ; sous l'action des rafales, l'étoffe du ballon se déchira en plusieurs points, et l'on fut obligé de la raccommoder à grand'peine et en toute hâte. Les conditions étaient donc de toutes manières défavorables, et la prudence commandait de différer le départ. Mais les voyageurs ne voulurent rien entendre; l'ordre fut donné de lâcher les cordes, et le ballon, dont la force ascensionnelle n'avait pas même été mesurée, s'élança avec la rapidité d'une flèche. On le suivit d'un œil inquiet jusqu'au moment où on le vit disparaître dans un nuage.

Ensevelis dans un brouillard obscur et épais, MM. Barral et Bixio restèrent près d'un quart d'heure avant de revoir le jour. Sortant enfin de ce nuage, ils s'élancèrent vers le ciel et n'eurent au-dessus de leur tête qu'une voûte bleue étincelante de lumière. Ils commencèrent alors leurs observations. La colonne du baromètre ne présentait que quarante-cinq centimètres, ce qui indiquait une élévation de 4,242 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le thermomètre, qui à terre marquait 20 degrés, était tombé à 7 degrés.

Pendant qu'ils se livraient à ces premières observations, le baromètre continuait de baisser et la vitesse d'ascension ne faisait que s'accroître. En effet, le ballon avait quitté la terre gorgé d'humidité ; en arrivant dans la région supérieure aux nuages, dans un espace sec, raréfié, directement exposé aux rayons solaires, il se délestait spontanément par l'évaporation de l'humidité, et sa force ascensionnelle allait toujours croissant. Cependant les voyageurs, tout entiers au soin de leurs expériences, songeaient à peine à donner un regard à la machine qui les emportait, et ne s'apercevaient aucunement de l'allure dangereuse qu'elle commençait à prendre. La chaleur du soleil, agissant

sur le gaz, le dilatait considérablement, et comme les aéronautes inexpérimentés ne songeaient pas à ouvrir la soupape pour lui donner issue, les parois du ballon, violemment distendues, faisaient effort comme pour éclater : MM. Barral et Bixio ne pensaient qu'à relever les indications de leurs instruments.

Ils avaient déjà fait l'essai du polarimètre d'Arago ; ils notèrent la hauteur du baromètre qui indiquait une élévation de 5,893 mètres. Enfin ils se disposaient à observer le thermomètre, et comme l'instrument s'était chargé d'une légère couche de glace, l'un d'eux s'occupait à l'essuyer pour reconnaître la hauteur de la colonne, lorsqu'il s'avisa par hasard de lever la tête... il demeura stupéfait du spectacle qui s'offrait à lui. Le ballon, gonflé outre mesure, était descendu jusque sur la nacelle et la couvrait comme d'un immense manteau. Que s'était-il donc passé ? Un fait bien simple et bien facile à prévoir. La soupape n'ayant pas été ouverte, pour donner issue à l'excès du gaz dilaté par la chaleur solaire, le ballon s'était peu à peu enflé et distendu de toutes parts. Comme le filet était trop petit, comme les cordes qui supportaient la nacelle étaient trop courtes, le ballon, en se distendant, commença par peser sur le cercle qui porte la nacelle ; puis, son volume augmentant toujours, il avait fini par pénétrer dans ce cercle : il faisait hernie à travers sa circonférence et couvrait les expérimentateurs comme d'un vaste chapeau. En quelques minutes, tout mouvement leur devint impossible. Ils essayèrent de donner issue à l'excédant du gaz en faisant jouer la soupape ; mais il était trop tard, la soupape était condamnée : sa corde, pressée entre le cercle de suspension et la tumeur proéminente de l'aérostat, ne transmettait plus l'action de la main. M. Barral prit alors le parti auquel le duc de Chartres avait eu recours en pareille occasion et qui lui avait valu tant de méchantes épigrammes : il plongea son couteau dans les flancs de l'aérostat. Le gaz, s'échappant aussitôt, vint

inonder la nacelle et l'envelopper d'une atmosphère irrespirable; les aéronautes en furent l'un et l'autre à demi asphyxiés et se trouvèrent pris de vomissements abondants. En même temps le ballon commença à descendre à toute vitesse. En revenant à eux, ils aperçurent dans l'enveloppe du ballon une déchirure de plus d'un mètre et demi provenant du coup de couteau, et par laquelle le gaz, s'échappant à grands flots, provoquait leur chute précipitée. La rapidité de cette descente leur sauva la vie, car elle les débarrassa du gaz irrespirable qui se dégageait au-dessus de leur tête.

Dans cette situation, MM. Barral et Bixio ne durent plus songer qu'à préserver leur existence. Il fallait pour cela amortir, en arrivant à terre, l'accélération de la chute. M. Barral montra, dans cette manœuvre, toute l'habileté et tout le sang-froid d'un aéronaute consommé. Il rassemble son lest et tous les objets autres que les instruments qui chargent la nacelle, il mesure du regard la distance qui les sépare de la terre et qui diminue avec une rapidité effrayante ; dès qu'il se croit assez rapproché du sol, il jette la cargaison par-dessus le bord : neuf sacs de sable, les couvertures de laine, les bottes fourrées, tout, excepté les précieux instruments qu'il tient à honneur de rapporter intacts. La manœuvre réussit aussi bien que possible ; le ballon tomba sans trop de violence au milieu d'une vigne du territoire de Lagny, dans le département de Seine-et-Marne. M. Bixio sortit sain et sauf, M. Barral en fut quitte pour une égratignure et une contusion au visage. Cette périlleuse expédition n'avait duré que 47 minutes, et la descente s'était effectuée en 7 minutes.

Un voyage exécuté dans des conditions pareilles ne pouvait rapporter à la science un bien riche contingent. Cependant les deux physiciens reconnurent que la lumière des nuages n'est pas polarisée, ainsi que l'avait présumé Arago. Ils constatèrent que la décroissance de température s'était montrée à peu près

semblable à celle que M. Gay-Lussac avait notée dans son ascension. Enfin on a déduit de leurs mesures barométriques, comparées à celles faites à l'Observatoire, que, dans la région où le ballon se déchira, les voyageurs étaient déjà parvenus à la hauteur de cinq mille neuf cents mètres. Un calcul semblable a établi que la surface supérieure du nuage qu'ils avaient traversé était de quatre mille deux cents mètres.

Le mauvais résultat de cette première tentative ne découragea pas les deux intrépides explorateurs. Un mois après ils exécutaient une nouvelle ascension. Seulement, on sera peut-être surpris d'apprendre qu'en dépit des mauvais services que leur avait rendusla vicieuse machine de M. Dupuis-Delcourt, ils osèrent se confier encore à la même nacelle, suspendue au même ballon. Il était facile de prévoir que les accidents qui les avaient assaillis la première fois se reproduiraient encore, et l'événement justifia ces craintes.

M. Léon Foucault a donné, dans le *Journal des Débats*, une relation complète de ce voyage. Il ne sera pas sans intérêt de la rapporter.

« Dès jeudi dernier, dit M. Léon Foucault, le programme était dressé : les nouveaux instruments, construits sous les yeux de M. Regnault, étaient terminés, et l'on avait fait au maudit ballon les réparations et les modifications dictées par une première expérience. Comme MM. Bixio et Barral espéraient prolonger assez longtemps leur séjour dans l'atmosphère, ils se proposaient de reprendre les éléments de la loi du refroidissement du milieu ambiant, d'examiner l'influence du rayonnement solaire, de déterminer l'état hygrométrique de l'air, et d'en récolter à une grande hauteur pour en faire l'analyse au retour ; ils espéraient même déterminer sur place la proportion de l'acide carbonique. La physique météorologique comptait encore sur eux pour la recherche des modifications que la lumière éprouve de la part des nuages formés de vapeurs vasculaires ou chargés de particules glacées.

» Dans la nacelle richement appareillée, on voyait, disposés

avec ordre, deux baromètres à siphon, gradués sur verre ; trois thermomètres dont les réservoirs présentaient des états de surfaces différents. L'un rayonnait par sa surface naturelle de verre ; le second était recouvert de noir de fumée, et le troisième était protégé par une enveloppe d'argent poli, tous trois destinés à être impressionnés directement par le rayonnement solaire. Un quatrième thermomètre, entouré de plusieurs enveloppes concentriques et espacées, était destiné à donner la température à l'ombre. Deux autres thermomètres, dont l'un avait sa boule entourée d'un linge mouillé, fonctionnaient ensemble à la manière du pychromètre, dont les indications devaient être contrôlées par celles de l'hygromètre condenseur de M. Regnault. Il y avait place encore pour des ballons vides, des tubes à potasse caustique et à fragments de pierre ponce imbibés d'acide sulfurique, destinés à s'emparer de l'acide carbonique de l'air injecté par des corps de pompe d'une capacité connue. Le thermomètre *à minima* de M. Walferdin, qui fonctionne tout seul, et un nouveau baromètre de M. Regnault, agissant d'après le même principe, étaient enfermés dans des boîtes métalliques à jour, et protégés par un cachet qu'on ne voulait briser qu'au retour. La plupart de ces instruments portaient des échelles arbitraires, afin de laisser les observateurs à l'abri de toute préoccupation qui aurait pu réagir involontairement sur les résultats. On n'avait pas oublié le lorgnon magique qu'on appelle le *polariscope* d'Arago.

» On s'imagine sans peine de quelle impatience étaient possédés les voyageurs à la vue de tous ces précieux engins commodément suspendus au pourtour d'un cercle. Aussi quand ils virent, le vendredi matin 26 juillet, le soleil levant éclairer un ciel sans nuages, les ordres furent bientôt donnés d'enfler l'aérostat. Cette opération est toujours assez lente ; il faut dégager le gaz hydrogène par la réaction d'un acide sur le fer, le laver et le refroidir. Commencée à six heures du matin, elle n'a été terminée qu'à une heure, et déjà la chance avait tourné ; le ciel s'était voilé, le vent s'élevait, les nues recélaient des torrents de pluie qui n'ont pas tardé à tomber d'une manière continue jusqu'à trois heures. On hésite, on se dit qu'après tout une atmosphère agitée est au moins aussi curieuse à explorer que l'azur d'un ciel tranquille, et sur le coup de quatre heures on s'élance à la grâce de Dieu sur les ailes d'un vent d'ouest qui fut encore assez clément.

» Ceux qui seront curieux de connaître de point en point l'his-

toire de cette traversée qui n'a duré qu'une heure et demie, seront à même de consulter le journal des deux voyageurs. Leurs observations sont déjà traduites et calculées par M. Regnault et par M. Mathieu. Pour nous, l'intérêt commence au moment où l'aérostat disparaît dans les nuages à une hauteur de 2,000 mètres. A 3,750 mètres déjà, le thermomètre est à zéro, mais on veut monter très haut et l'on a hâte de sortir des brouillards : alors on lâche du lest avec confiance, comptant que le ballon, pourvu cette fois à sa partie inférieure d'un appendice ouvert, est assuré contre la rupture. Malgré cette précaution, à la hauteur de 5,500 mètres, l'étoffe se déchire à la partie inférieure et livre au gaz une issue permanente. Vous croyez sans doute qu'à la vue de cet accident, MM. Barral et Bixio vont songer à la retraite? Pas du tout, Ils comprennent que leur séjour dans les airs ne sera pas de longue durée, et pour en profiter le mieux possible, ils abandonnent peu à peu et à quelques kilogrammes près tout leur lest. Cette manœuvre les porte jusqu'à 7,004 mètres et leur dévoile des phénomènes tellement inattendus, que, sans avoir rempli leur programme, ils passeront pour avoir fait une bonne journée.

» Et d'abord qui se serait imaginé que vendredi dernier flottait au-dessus de Paris une couche nuageuse d'au moins 5,000 mètres d'épaisseur? Qui eût cru à cette interposition entre le soleil et nous d'une brume haute de plus d'une lieue un quart? C'est pourtant ce qui résulte en toute évidence du séjour prolongé de MM. Barral et Bixio dans un nuage où ils ont pénétré à 2,000 mètres de hauteur, et qu'ils n'ont pas pu dominer à la hauteur de 7,000 mètres. A peine au moment de leur plus grande élévation ont-ils commencé à voir le soleil en un disque pâle et mat comme on l'aperçoit quelquefois en hiver, dépourvu de ses rayons et incapable de porter ombre.

» Ils étaient alors près de la limite supérieure du nuage, et dans une région où la chaleur faisait défaut, au point que le thermomètre a dû marquer 39 degrés au-dessous de zéro. On s'attendait si peu à cet abaissement de température, que les instruments étaient impropres à l'accuser, leur graduation n'étant pas prolongée assez bas; presque toutes les colonnes étaient rentrées dans les cuvettes, et par deux degrés de moins encore le mercure se congelait en brisant tous les tubes. Il importe de remarquer que ce froid s'est fait sentir très brusquement, et que c'est à partir seulement des 600 derniers mètres que la loi de tempéra-

ture s'est troublée brusquement pour plonger les observateurs dans les frimas que très probablement le nuage transportait avec lui. Il est certain du moins qu'un froid rigoureux n'est pas essentiel à cette latitude, car Gay-Lussac, en s'élevant à 7,016 mètres, n'a rencontré que 9 degrés et demi au-dessous de zéro. La discordance s'élève à 30 degrés, et montre qu'en effet il y avait intérêt à plonger dans cette brume épaisse de 5,000 mètres, dans ce vaste théâtre où se passent des phénomènes totalement inconnus.

» Par ce froid assez difficile à expliquer, le nuage prend une constitution que l'on soupçonnait déjà en bas, mais que jamais on n'avait si bien vue; il se charge d'une multitude de petites aiguilles de glace aux arêtes vives et aux facettes polies, dans lesquelles la lumière solaire produit, en se jouant, ces météores dont M. Bravais, dans un ouvrage spécial, a donné l'explication rationnelle et complète, en leur supposant la forme d'un prisme à six pans terminé par deux bases planes et perpendiculaires à l'axe. Plusieurs de ces météores exigent pour se produire que les aiguilles se placent verticalement, ce qui n'est pas invraisemblable, puisque c'est la position dans laquelle l'air oppose à leur chute la moindre résistance. Non-seulement ces aiguilles se sont montrées dans une telle abondance qu'elles tombaient comme un sable fin, et se déposaient sur le calepin aux observations ; mais au moment où le soleil commençait à poindre, elles en ont donné une image qui semblait située autant au-dessus d'un plan passant par la nacelle que le soleil véritable s'élevait au-dessous de ce même plan. Ce spectacle est exclusivement réservé aux navigateurs que le hasard placera dans les conditions où se trouvaient alors MM. Bixio et Barral, c'est-à-dire dans un nuage d'aiguilles verticales réfléchissant par leur face supérieure et horizontale les rayons du soleil dans une direction commune. On demandera peut-être comment dans une couche atmosphérique où la température baissait si rapidement avec la hauteur, que certainement la densité devait augmenter dans le même sens; on demandera comment, dans un pareil milieu, l'équilibre était possible, et comment il y pouvait régner ce calme nécessaire à la chute uniforme et à l'orientation commune des particules de glace. Ce sont là des difficultés assez embarrassantes, mais qui ne sauraient contrevenir aux faits observés. Ce faux soleil inférieur n'est, du reste, que le pendant d'un météore déjà signalé, et qui consiste

en une colonne verticale qui apparaît souvent au ciel dans les hautes latitudes, au moment du coucher du soleil et peu de temps après, lorsque ses derniers rayons, se relevant vers un nuage glacé, sont réfléchis en une traînée blanchâtre sur la face inférieure des mêmes aiguilles, affectant pareillement la position verticale. Ces messieurs ont dû regretter de n'avoir pas emporté un microscope ou simplement une forte loupe, pour examiner ces petits cristaux et pour vérifier si leur forme est bien celle qu'on leur suppose.

» Les effets physiologiques n'ont rien présenté d'extraordinaire qu'une sensation très vive de froid. On pense bien que par 39 degrés au-dessous de zéro les voyageurs n'étaient pas fort à l'aise, assis dans une nacelle où ils ne s'étaient pas prémunis contre un abaissement si considérable de la température; leurs doigts engourdis ont fini par les fort mal servir, à tel point qu'un des thermomètres à rayonnement se brisa entre leurs mains. Au même moment ils perdirent, en voulant l'ouvrir, un des ballons vides qu'ils avaient emportés dans l'intention d'y recueillir de l'air. Du reste, il n'y eut ni hémorrhagie, ni douleur d'oreilles, ni gêne de la respiration ; en sorte qu'on ne sait pas encore quel est le genre d'obstacle qui viendra limiter les plus hautes ascensions. Sera-ce l'intensité du froid, ou le manque de pression ? Sera-ce l'aérostat qui cessera de monter, ou l'homme qui refusera de le suivre ? On l'ignore encore. Sans la déchirure qui vint paralyser inopinément la force ascensionnelle de l'aérostat, la dernière ascension serait sans doute de beaucoup la plus haute qui eût été faite; mais, bon gré, mal gré, il fallut descendre, non pas avec cette vitesse qui rappelle une véritable chute, mais enfin l'abordage ne fut pas volontaire. En touchant terre au hameau de Peux, arrondissement de Coulommiers (Seine-et-Marne), MM. Bixio et Barral avaient complétement épuisé leur lest, et même ils avaient jeté comme tel tout ce qui, hors les instruments, leur avait paru capable de soulager la nacelle. Partis à quatre heures, ils arrivèrent à cinq heures trente minutes, après avoir parcouru une distance de 69 kilomètres. La manœuvre délicate du débarquement s'est effectuée sans entrave et sans avarie. Il ne restait plus qu'à gagner le chemin de fer et à saisir au passage le train venant de Strasbourg. Un accident aussi contrariant que vulgaire vint encore signaler cette partie du voyage, qu'il fallut faire en charrette : le chemin était mauvais, le cheval s'abattit, et le choc entraîna la

perte de deux instruments, d'un baromètre et du seul ballon qui restât rempli d'air pour être soumis à l'analyse. »

Nous n'ajouterons qu'une réflexion à ce récit. La température de 39 degrés au-dessous de la glace, observée par MM. Barral et Bixio à sept mille mètres seulement d'élévation, est un fait complétement en dehors de toutes les lois de la chaleur. La graduation adoptée pour les instruments, l'influence des circonstances atmosphériques ambiantes, les conditions défavorables dans lesquelles les observateurs se trouvaient placés, toutes ces causes isolées ou réunies n'ont-elles pu devenir l'origine de quelque erreur d'observation? Si le relevé thermométrique est exact, la loi de la décroissance de la température de l'air présenterait une anomalie des plus inattendues. Tant qu'une autre observation, prise dans des circonstances semblables, n'aura pas confirmé le résultat extraordinaire signalé par les deux savants expérimentateurs, il sera permis de conserver des doutes sur sa réalité.

CHAPITRE VII.

L'aérostation dans les fêtes publiques. — Le ballon du couronnement. — Nécrologie de l'aérostation. — Mort de madame Blanchard. — Zambeccari. — Harris. — Sadler. — Olivari. — Mosment. — Bittorf. — Émile Deschamps. — Le lieutenant Gale.

Dans son application aux sciences, l'aérostation n'a encore donné, on le voit, que des résultats d'une assez faible valeur ; elle est néanmoins appelée à entrer prochainement et avec un succès plus complet dans cette voie utile. Mais avant d'indiquer les questions qu'elle aura alors à résoudre, nous devons suivre

son histoire dans une dernière phase où son programme et ses prétentions se sont de nouveau modifiés. Désormais elle se préoccupe d'étonner plutôt que d'instruire, et lorsqu'elle vise par moments à des succès moins vulgaires, c'est sur le côté chimérique de la découverte de Montgolfier, sur le problème de la direction des ballons, qu'elle concentre ses efforts. Le règne des aéronautes de profession succède à celui des courageux explorateurs, émules de Pilâtre et de Montgolfier. Le métier remplace la science ; il a, comme elle, ses célébrités, et c'est ici qu'il faut citer les noms de madame Blanchard, de Jacques Garnerin, d'Élisa Garnerin, sa nièce, de Robertson, de Margat, de Charles Green et George Green, son fils. Cette carrière, semée de périls, avait tout au moins l'avantage d'être lucrative : Robertson est mort millionnaire, Jacques Garnerin laissa une fortune considérable, et Blanchard avait recueilli des sommes immenses dans ses pérégrinations à travers les deux mondes.

Les différentes ascensions exécutées par ces aéronautes ont donné occasion d'observer plusieurs faits qu'il serait intéressant de rapporter, si l'on ne craignait d'étendre le cadre déjà trop long de cette notice. Aussi nous bornerons-nous à signaler ceux de ces événements qui ont marqué l'empreinte la plus vive dans les souvenirs du public. A ce titre il faut parler d'abord de l'ascension du ballon lancé à Paris à l'époque du couronnement de l'empereur.

Sous le Directoire et sous le Consulat, les grandes fêtes publiques qui se donnaient à Paris étaient presque toujours terminées par quelque ascension aérostatique. Le soin de l'exécution de cette partie du programme était confié par le gouvernement à Jacques Garnerin, qui s'en acquittait avec autant de talent que de zèle. L'ascension qui eut lieu à l'époque du couronnement de Napoléon est restée justement célèbre ; le gouvernement mit 30,000 francs à la disposition de Garnerin pour

lancer, après les réjouissances de la journée, un aérostat de dimensions colossales.

Le 16 décembre 1804, à onze heures du soir, au moment où un superbe feu d'artifice venait de lancer dans les airs sa dernière fusée, le ballon construit par Garnerin s'éleva de la place Notre-Dame. Trois mille verres de couleur illuminaient ce globe immense, qui était surmonté d'une couronne impériale richement dorée, et portait, tracée en lettres d'or sur sa circonférence, cette inscription : *Paris*, 25 *frimaire an XIII, couronnement de l'empereur Napoléon par Sa Sainteté Pie VII.* La colossale machine monta rapidement et disparut bientôt au bruit des applaudissements de la population parisienne.

Le lendemain, à la pointe du jour, quelques habitants de Rome aperçurent un petit point lumineux brillant dans le ciel au-dessus de la coupole de Saint-Pierre et du Vatican. D'abord très peu visible, il grandit rapidement et laissa apercevoir enfin un globe radieux planant majestueusement au-dessus de la ville éternelle. Il resta quelque temps stationnaire, puis il s'éloigna dans la direction du sud.

C'était le ballon lancé la veille du parvis Notre-Dame : par le plus extraordinaire des hasards, le vent qui soufflait cette nuit dans la direction de l'Italie, l'avait porté à Rome dans l'intervalle de quelques heures.

Le ballon continua sa route dans la campagne romaine. Cependant il s'abaissa bientôt, toucha le sol, remonta, retomba pour se relever une dernière fois, et vint s'abattre enfin dans les eaux du lac Bracciano. On s'empressa de retirer des eaux la machine à demi submergée, et l'on put y lire cette inscription : *Paris*, 25 *frimaire an XIII, couronnement de l'empereur Napoléon par Sa Sainteté Pie VII.* Ainsi le messager céleste avait visité dans le même jour les deux capitales du monde ; il venait annoncer à Rome le couronnement de l'empereur, au moment où le pape était à Paris, au moment où Na-

poléon s'apprêtait à poser sur sa tête la couronne de l'Italie.

Une autre circonstance vint ajouter encore au merveilleux de l'événement. Le ballon, en touchant la terre dans la campagne de Rome, s'était accroché aux restes d'un monument antique. Pendant quelques minutes, il parut devoir terminer là sa route; mais le vent l'ayant soulevé, il se dégagea et remonta, laissant seulement accrochée à l'un des angles du monument une partie de la couronne impériale.

Ce monument était le tombeau de Néron.

On devine sans peine que ce dernier fait donna lieu, en France et en Italie, à toute espèce de réflexions et de commentaires. On ne se fit pas scrupule d'établir des rapprochements et de faire des allusions sans fin à propos de cette couronne impériale qui était venue se briser sur le tombeau d'un tyran. Tous ces bruits vinrent aux oreilles de Napoléon, qui ne cacha pas son mécontentement et sa mauvaise humeur. Il demanda qu'il ne fût plus question devant lui de Garnerin ni de son ballon; et, à dater de ce jour, Garnerin cessa d'être employé.

Quant au ballon qui avait causé tant de rumeurs, il fut suspendu à Rome à la voûte du Vatican, où il demeura jusqu'en 1814. On composa une longue inscription latine qui rappelait tous les détails de son miraculeux voyage; seulement l'inscription ne disait rien de l'épisode du tombeau.

Dans cette période d'exhibitions industrielles, l'aérostation a eu ses désastres aussi bien que ses triomphes, et nous ne pouvons nous dispenser de rappeler les faits principaux qui résument la nécrologie de cet art périlleux. L'événement qui, sous ce rapport, a le plus vivement impressionné le public, est, sans contredit, la mort de madame Blanchard.

Madame Blanchard était la veuve de l'aéronaute de ce nom. Après avoir amassé une fortune considérable dans le cours de ses innombrables ascensions, Blanchard était mort dans la misère. Cet homme, qui avait recueilli des millions, disait à sa

femme peu de temps avant sa mort : « Tu n'auras après moi, ma chère amie, d'autre ressource que de te noyer où de te pendre. » Mais sa veuve fut mieux avisée ; elle rétablit sa fortune en embrassant la carrière de son mari. Elle fit un très grand nombre de voyages aériens, et finit par acquérir une telle habitude de ces périlleux exercices, qu'il lui arrivait souvent de s'endormir pendant la nuit dans son étroite nacelle, et d'attendre ainsi le lever du jour pour opérer sa descente. Dans l'ascension qu'elle fit à Turin en 1812, elle eut à subir un froid si excessif, que les glaçons s'attachaient à ses mains et à son visage. Ces accidents ne faisaient que redoubler son ardeur. En 1817, elle exécutait à Nantes sa cinquante-troisième ascension, lorsque, ayant voulu descendre dans la plaine à quatre lieues de la ville, elle tomba au milieu d'un marais. Comme son ballon s'était accroché aux branches d'un arbre, elle y aurait péri si l'on ne fût venu la dégager. Cet accident était le présage de l'événement déplorable qui lui coûta la vie.

Le 6 juillet 1819, madame Blanchard s'éleva au milieu d'une fête donnée au Tivoli de la rue Saint-Lazare ; elle emportait avec elle un parachute muni d'une couronne de flammes de Bengale, afin de donner au public le spectacle d'un feu d'artifice descendant au milieu des airs. Elle tenait à la main une *lance à feu* pour allumer ses pièces. Un faux mouvement mit l'orifice du ballon en contact avec la lance à feu : le gaz hydrogène s'enflamma. Aussitôt une immense colonne de feu s'éleva au-dessus de la machine, et frappa d'effroi les nombreux spectateurs réunis à Tivoli et dans le quartier Montmartre. On vit alors distinctement madame Blanchard essayer d'éteindre l'incendie en comprimant l'orifice inférieur du ballon ; puis, reconnaissant l'inutilité de ses efforts, elle s'assit dans la nacelle et attendit. Le gaz brûla pendant plusieurs minutes sans se communiquer à l'enveloppe du ballon. La rapidité de la descente était très modérée, et il n'est pas

douteux que, si le vent l'eût dirigée vers la campagne, madame Blanchard serait arrivée à terre sans accident. Malheureusement il n'en fut pas ainsi : le ballon vint s'abattre sur Paris ; il tomba sur le toit d'une maison de la rue de Provence. La nacelle glissa sur la pente du toit, du côté de la rue.

— « A moi ! » cria madame Blanchard.

Ce furent ses dernières paroles. En glissant sur le toit, la nacelle rencontra un crampon de fer ; elle s'arrêta brusquement, et par suite de cette secousse, l'infortunée aéronaute fut précipitée hors de la nacelle, et tomba, la tête la première, sur le pavé. On la releva le crâne fracassé ; le ballon, entièrement vide, pendait, avec son filet, du haut du toit jusque dans la rue.

Un autre martyr de l'aérostation est le comte François Zambeccari, de Bologne, dont les ascensions furent marquées par les plus émouvantes péripéties.

Le comte Zambeccari s'était consacré de bonne heure à l'étude des sciences. A vingt-cinq ans, il prit du service dans la marine royale d'Espagne. Mais il eut le malheur, en 1787, pendant le cours d'une expédition contre les Turcs, d'être pris avec son bâtiment. Il fut envoyé au bagne de Constantinople, et il languit pendant trois ans dans cet asile du malheur. Au bout de ce temps, il fut mis en liberté sur les réclamations de l'ambassade d'Espagne. Pendant les loisirs de sa captivité, Zambeccari avait étudié la théorie de l'aérostation ; de retour à Bologne, il composa sur cette question un petit ouvrage qu'il soumit à l'examen des savants de son pays. Ses travaux furent jugés dignes d'être appréciés par le gouvernement, qui mit différentes sommes à sa disposition pour lui permettre de continuer ses recherches. Zambeccari se servait d'une lampe à esprit-de-vin dont il dirigeait à volonté la flamme : il espérait, à l'aide de ce moyen, guider à son gré la machine, une fois qu'elle se trouverait en équilibre dans l'atmosphère (1). Nous n'avons pas besoin de faire

(1) Le système employé par Zambeccari est décrit dans un rapport

remarquer l'imprudence excessive que présentait ce système. Placer une lampe à esprit-de-vin allumée dans le voisinage d'un gaz combustible, c'était provoquer volontairement les dangers dont Pilâtre des Rosiers avait été la victime.

L'événement ne justifia que trop ces craintes. Pendant la première ascension que Zambeccari exécuta à Bologne, son aérostat vint heurter contre un arbre ; la lampe à esprit-de-vin se brisa par le choc, l'esprit-de-vin se répandit sur ses vêtements et s'enflamma ; Zambeccari fut couvert de feu, et c'est dans cette situation effrayante que les spectateurs le virent disparaître au delà des nuages. Il réussit néanmoins à arrêter les progrès de cet incendie, et redescendit, mais couvert de cruelles blessures.

En dépit de cet accident, Zambeccari persista dans le projet de poursuivre ses expériences.

Toutes ses dispositions étant prises, l'ascension définitive, dans laquelle il devait faire l'essai de son appareil, fut fixée aux premiers jours de septembre 1804. Il avait reçu du gouvernement une avance de huit mille écus de Milan. Des obstacles et des difficultés de tout genre vinrent contrarier les préparatifs de son voyage. Malgré le fâcheux état où se trouvait

adressé à la *Société des sciences* de Bologne le 22 août 1804. Zambeccari se servait d'une lampe à esprit-de-vin de forme circulaire, percée sur son pourtour de vingt-quatre trous garnis d'une mèche et surmontés d'une sorte d'éteignoirs ou d'écrans qui permettaient d'arrêter à volonté la combustion sur un des points de la lampe. Il est probable, quoique le rapport n'en dise rien, que le calorique ne se transmettait pas directement à l'air situé dans le voisinage du gaz, mais que l'on chauffait une enveloppe destinée à communiquer ensuite le calorique à l'air, et de là au gaz hydrogène. Dans ce rapport, signé de trois professeurs de physique de Bologne, Saladini, Canterzani et Avanzini, on s'attache à combattre les craintes qu'occasionnait l'existence d'un foyer auprès du gaz hydrogène. On prétend que Zambeccari s'est dirigé à volonté au moyen de son appareil, et qu'il a pu décrire un cercle en planant au-dessus de la ville de Bologne. Des extraits de ce rapport sont rapportés au tome IV, page 314, des *Souvenirs d'un voyage en Livonie* de Kotzebue.

son ballon, à moitié détruit par le mauvais temps, il se décida à partir.

« Le 7 septembre, dit Zambeccari, le temps parut se lever un peu; l'ignorance et le fanatisme me forcèrent d'effectuer mon ascension, quoique tous les principes que j'ai établis moi-même dussent me faire augurer un résultat peu favorable. Les préparatifs exigeaient au moins douze heures, et comme il me fut impossible de les commencer avant une heure après midi, la nuit survint lorsque j'étais à peine à moitié, et je me vis sur le point d'être encore privé des fruits que j'attendais de mon expérience. Je n'avais que cinq jeunes gens pour m'aider; huit autres que j'avais instruits, et qui m'avaient promis leur assistance, s'étaient laissé séduire et m'avaient manqué de parole. Cela, joint au mauvais temps, fut cause que la force ascendante du ballon n'augmentait pas en proportion de la consommation des matières employées à le remplir. Alors mon âme s'obscurcit, je regardai mes huit mille écus comme perdus. Exténué de fatigue, n'ayant rien pris de toute la journée, le fiel sur les lèvres et le désespoir dans l'âme, je m'enlevai à minuit, sans autre espoir que la persuasion où j'étais que mon globe, qui avait beaucoup souffert dans ses différents transports, ne pourrait me porter bien loin (1). »

Zambeccari avait pris pour compagnons de voyage deux de ses compatriotes, Andréoli et Grassetti. Il se proposait de demeurer quelques heures en équilibre dans l'atmosphère et de redescendre au lever du jour. Mais après avoir plané quelque temps, tout d'un coup ils se trouvèrent emportés avec une rapidité inconcevable vers les régions supérieures. Le froid excessif qui régnait à cette hauteur et l'épuisement où se trouvait Zambeccari, qui n'avait pris aucune nourriture depuis vingt-quatre heures, lui occasionnèrent une défaillance ; il tomba

(1) Kotzebue, *Souvenirs d'un voyage en Livonie*, t. IV, p. 294.

dans la nacelle dans une sorte de sommeil semblable à la mort. Il en arriva autant à son compagnon Grassetti. Andréoli, seul, qui, au moment de partir, avait eu la précaution de faire un bon repas et de se gorger de rhum, resta éveillé, bien qu'il souffrît considérablement du froid. Il reconnut, en examinant le baromètre, que l'aérostat commençait à descendre avec une assez grande rapidité; il essaya alors de réveiller ses deux compagnons, et réussit, après de longs efforts, à les remettre sur pied.

Il était deux heures du matin; les aéronautes avaient jeté comme inutile la lampe à esprit-de-vin destinée à les diriger. Plongés dans une obscurité presque totale, ils ne pouvaient examiner le baromètre qu'à la faible lueur d'une lanterne; mais la bougie ne pouvant brûler dans un air aussi raréfié, sa lumière s'affaiblit peu à peu, et elle finit par s'éteindre. Ils se trouvèrent alors dans une obscurité complète. L'aérostat continuait de descendre lentement à travers une couche épaisse de nuages blanchâtres. Ces nuages dépassés, Andréoli crut entendre dans le lointain le sourd mugissement des flots. Ils prêtèrent l'oreille tous les trois, et reconnurent que c'était le bruit de la mer. En effet, ils tombaient dans la mer Adriatique.

Il était indispensable d'avoir de la lumière pour examiner le baromètre, et reconnaître quelle distance les séparait encore de l'élément terrible qui les menaçait. Andréoli réussit avec infiniment de peine, à l'aide du briquet, à rallumer la lanterne. Il était trois heures, le bruit des vagues augmentait de minute en minute, et les aéronautes reconnurent avec effroi qu'il étaient à quelques mètres à peine au-dessus de la surface des flots. Zambeccari saisit un gros sac de l'est; mais au moment de le jeter, la nacelle s'enfonça dans la mer, et ils se trouvèrent tous dans l'eau. Aussitôt ils rejetèrent loin d'eux tout ce qui pouvait alléger la machine: toute la provision de lest, leurs instruments, et une partie de leurs vêtements. Déchargé d'un poids

considérable, l'aérostat se releva tout à coup, il remonta avec une telle rapidité, il s'éleva à une si prodigiense hauteur, que Zambeccari, pris de vomissements subits, perdit connaissance; Grassetti eut une hémorrhagie du nez, sa poitrine était oppressée et sa respiration presque impossible. Comme ils étaient trempés jusqu'aux os au moment où la machine les avait emportés, le froid les saisit, et leur corps se trouva en un instant couvert d'une couche de glace. La lune leur apparaissait comme enveloppée d'un voile de sang. Pendant une demi-heure, la machine flotta dans ces régions immenses et se trouva portée à une incommensurable hauteur. Au bout de ce temps, elle se mit à redescendre, et ils retombèrent dans la mer.

Ils se trouvaient à peu près au milieu de l'Adriatique, la nuit était obscure et les vagues fortement agitées. La nacelle était à demi enfoncée dans l'eau et ils avaient la moitié du corps plongée dans la mer. Quelquefois les vagues qui se succédaient les couvraient entièrement; heureusement le ballon, encore à demi gonflé, les empêchait de s'enfoncer davantage. Mais l'aérostat, flottant sur les eaux, formait une sorte de voile où s'engouffrait le vent, et pendant plusieurs heures ils se trouvèrent ainsi traînés et ballottés à la surface des flots. Malgré l'obscurité de la nuit, ils crurent un moment apercevoir à une faible distance un bâtiment qui se dirigeait de leur côté ; mais bientôt le bâtiment s'éloigna à force de voiles et laissa les malheureux naufragés dans une angoisse épouvantable, mille fois plus cruelle que la mort.

Le jour parut enfin, ils se trouvaient vis-à-vis de Pezzaro, à quatre milles environ de la côte. Ils se flattaient d'y aborder, lorsqu'un vent de terre, qui se leva tout d'un coup, les repoussa vers la pleine mer. Il était grand jour et ils ne voyaient autour d'eux que le ciel et l'eau et une mort inévitable. Quelques bâtiments se montraient par intervalles ; mais du plus loin qu'ils apercevaient cette machine flottante et qui brillait sur

l'eau, les matelots, saisis d'effroi, s'empressaient de s'éloigner. Il ne restait aux malheureux naufragés d'autre espoir que d'aborder sur les côtes de la Dalmatie qu'ils entrevoyaient à une grande distance. Mais cet espoir était bien faible, et ils auraient infailliblement péri, si un navigateur plus instruit sans doute que les précédents, reconnaissant la machine pour un ballon, n'eût envoyé en toute hâte sa chaloupe. Les matelots jetèrent un câble, les aéronautes l'attachèrent à la nacelle, et ils furent de cette manière hissés, à demi morts, sur le bâtiment. Débarrassé de ce poids, le ballon fit effort pour remonter dans les airs ; on essaya de le retenir, mais la chaloupe était fortement secouée, le danger devenait imminent, et les matelots se hâtèrent de couper la corde. Aussitôt le globe s'éleva et se perdit dans les nues.

Quand ils arrivèrent à bord du vaisseau, il était huit heures du matin. Grassetti donnait à peine quelques signes de vie, ses deux mains étaient mutilées. Zambeccari, épuisé par le froid, la faim et tant d'angoisses horribles, était aussi presque sans connaissance, et, comme Grassetti, il avait les mains mutilées. Le brave marin qui commandait le navire prodigua à ces malheureux tous les soins que réclamait leur état. Il les conduisit au port de Ferrada, d'où ils furent transportés ensuite dans la ville de Pola. Les blessures que Zambeccari avait reçues à la main avaient pris tant de gravité, qu'un chirurgien dut lui pratiquer l'amputation de trois doigts.

Quelques mois après, Kotzebue eut occasion de voir Zambeccari, qui, guéri de ses blessures, était revenu à Bologne. Dans ses *Souvenirs d'un voyage en Livonie*, Kotzebue raconte une visite qu'il fit à l'intrépide aéronaute, et il ne cesse d'admirer son héroïsme et son courage : « C'est un homme, dit-il, dont la physionomie annonce bien ce qu'il a fait depuis longtemps : ses regards sont des pensées. »

Après avoir couru des dangers si terribles, Zambeccari au-

rait dû être dégoûté à jamais de semblables entreprises. Il n'en fut rien, car, à peine remis, il recommença ses ascensions. Comme sa fortune ne lui permettait pas d'entreprendre les dépenses nécessaires à la construction de ses ballons, et que ses compatriotes lui refusaient tout secours, il s'adressa au roi de Prusse, qui lui procura les moyens de poursuivre ses projets. Le 21 septembre 1812, Zambeccari fit à Bologne une dernière expérience. Mais elle eut cette fois une issue fatale. Son ballon s'accrocha à un arbre, la lampe à esprit-de-vin y mit le feu, et l'infortuné aéronaute tomba, à demi consumé, avec les débris de sa machine.

La mort de madame Blanchard et de Zambeccari ne sont pas les seuls faits qui aient attristé à notre époque l'histoire de l'aérostation. M. Dupuis-Delcourt a rapporté dans son *Manuel* quelques autres événements de ce genre. Nous lui emprunterons le récit de ces faits.

« Harris, ancien officier de la marine anglaise, conserva toujours, dit M. Dupuis-Delcourt, cette ardeur de courage qui entraîne l'homme à combattre les éléments. Il avait fait avec M. Graham, aéronaute anglais, plusieurs ascensions qui lui donnèrent l'idée de construire lui-même un ballon, auquel il appliqua diverses prétendues améliorations, qui paraissent avoir été mal conçues. En mai 1824, M. Harris tenta à Londres une expérience qui eut beaucoup de succès en apparence, mais qui se termina malheureusement. Au plus haut de l'air, il paraît que l'aéronaute, voulant descendre, ouvrit sa soupape; elle était disproportionnée, et avait en outre un vice de construction qui l'empêcha de se fermer complétement. La déperdition du gaz se fit trop promptement, et le ballon s'abaissa si rapidement, que M. Harris perdit la vie du choc qui en résulta. Il n'était pas seul; une jeune dame qui l'accompagnait ne fut que légèrement blessée.

» Sadler, célèbre aéronaute anglais, qui avait déjà fait un grand nombre de voyages aériens, et qui, dans une de ses expéditions, avait franchi le canal de l'Irlande entre Dublin et Holyhead (où il est large de trente-six à quarante lieues), périt près de Bolton en Angleterre, d'une manière déplorable, le 29 septembre 1824.

Privé de lest, par suite de son long séjour dans l'atmosphère, et forcé de descendre très tard sur des bâtiments élevés, la violence du vent le fit heurter contre une cheminée, d'où il fut précipité à terre, hors de la nacelle. La prudence et le savoir de l'aéronaute ne peuvent être révoqués en doute. M. Sadler avait fait ses preuves dans plus de soixante expériences. Des circonstances fâcheuses bien difficiles à prévoir ont seules causé sa perte.

» Olivari périt à Orléans le 25 novembre 1802; il s'était enlevé dans une montgolfière de papier soutenu de quelques bandes de toile seulement. Sa nacelle d'osier, suspendue au-dessous du réchaud et lestée de matières combustibles destinées à entretenir le feu, devint, à une grande élévation, la proie des flammes. L'aéronaute, privé de ce seul soutien, tomba à une lieue de distance environ de son point de départ.

» Mosment fit à Lille, le 7 avril 1806, sa dernière expérience. Son ballon était de soie, gonflé par le gaz hydrogène. Cet aéronaute avait coutume de s'élever debout, les pieds sur un plateau très léger qui lui servait de nacelle. Dix minutes après son départ, il lança dans l'air un parachute avec un quadrupède. On suppose qu'alors les oscillations du ballon ainsi délesté furent la cause de la chute de l'aéronaute. Quelques personnes prétendirent à cette époque que M. Mosment avait annoncé d'avance l'événement, et que ce n'était de sa part qu'une imprudence calculée. Quoi qu'il en soit, le ballon continua seul sa route, et l'aéronaute fut retrouvé à moitié enseveli sous le sable, dans les fossés qui bordent la ville.

» Bittorf fit en Allemagne un grand nombre d'ascensions heureuses. Néanmoins il n'eut jamais d'autres machines que des montgolfières. A Manheim, le 17 juillet 1812, jour de sa mort, son ballon était de papier et de 16 mètres de diamètre sur 20 de hauteur. Il s'enflamma dans l'air, et Bittorf fut précipité sur les dernières maisons de la ville. Sa chute fut mortelle. »

On peut ajouter sur cette liste funèbre le nom de l'aéronaute Émile Deschamps, qui, après avoir fait à Paris un nombre considérable d'ascensions, a péri à Nîmes le 27 novembre 1853, par suite de la rupture subite de son ballon, occasionnée par la violence du vent.

Nous ne voudrions pas cependant que le récit de ces événe-

ments regrettables fit porter un jugement exagéré sur les dangers de l'aérostation. L'inexpérience, l'imprudence des aéronautes furent les seules causes de ces malheurs, qui ont été amenés surtout par l'usage des montgolfières, dont l'emploi, dans les voyages aériens, offre tant de difficultés et de périls. Mais si l'on réfléchit au nombre immense d'ascensions qui se sont effectuées depuis soixante ans, on n'aura pas de peine à admettre que la navigation par l'air n'offre guère plus de dangers que la navigation maritime. Selon M. Dupuis-Delcourt, on peut citer les noms de plus de quinze cents aéronautes, et parmi eux il en est plusieurs qui se sont élevés plus de cent fois dans l'atmosphère. A la fin de 1849, M. Green en était à sa 365e ascension, et l'on peut évaluer à dix mille le nombre total d'ascensions qui ont été effectuées jusqu'à ce jour. Sur ce nombre, on n'en compte pas plus de quinze dans lesquelles les aéronautes aient trouvé la mort. Ces chiffres peuvent rassurer sur les périls qui accompagnent les ascensions aérostatiques. Seulement il faut savoir que, dans cet inutile métier, le moindre oubli de certaines précautions peut entraîner les plus déplorables suites. S'il fallait citer un exemple qui démontrât une fois de plus de combien la circonspection et la prudence sont des qualités indispensables dans ces frivoles exercices, il nous suffirait de rappeler la mort de l'aéronaute George Gale, qui produisit à Bordeaux une sensation si pénible.

George Gale, ancien lieutenant de la marine royale d'Angleterre, s'était depuis peu associé avec un de ses compatriotes, M. Clifford, qui possédait un ballon magnifique, et ils se livraient ensemble à la pratique de l'aérostation. Tout Paris a admiré son adresse et son courage dans ses ascensions équestres imitées de celles de M. Poitevin. C'est en faisant une ascension de ce genre qu'il périt à Bordeaux, le 9 septembre 1850.

George Gale avait l'habitude, au moment de partir pour ses voyages aériens, de s'exciter par un emploi exagéré de liqueurs alcooliques. La consommation avait été ce jour-là plus considérable que de coutume; son exaltation était telle que M. Clifford en fut effrayé, et manifesta à son compatriote le désir de monter à sa place. Mais Gale repoussa la proposition, et s'élança dans les airs. La traversée, qui dura près d'une heure, fut cependant heureuse, et à sept heures du soir l'aéronaute descendait sans accident dans la commune de Cestas. Quelques paysans accoururent, saisirent l'aérostat et dessanglèrent le cheval. Cependant le vent soufflait avec violence, et le ballon, délesté d'un poids considérable, faisait violemment effort pour se relever. Gale, resté dans la nacelle, indiquait aux paysans les manœuvres à exécuter pour le retenir. Par malheur il parlait anglais, et cette circonstance, jointe à son exaltation et à son impatience naturelles, empêchait les paysans de bien exécuter ses indications. Une manœuvre mal comprise fit lâcher les cordes, et tout aussitôt le ballon, devenu libre, s'élança en ligne presque verticale, emportant l'aéronaute, qui, dans ce moment, debout dans la nacelle, fut renversé du choc. On vit alors Gale la tête inclinée hors de la nacele et paraissant suffoqué. Nul ne peut dire ce qui se passa ensuite. Seulement, à onze heures du soir, le ballon, encore à demi gonflé, fut retrouvé au milieu d'une lande au delà de la Croix-d'Hinx. L'appareil n'était nullement endommagé, et tous les agrès étaient à leur place; mais l'aéronaute n'y était plus, et toutes les recherches pour le retrouver furent inutiles.

Le lendemain, à la pointe du jour, un pâtre qui menait ses vaches à une demi-lieue de cet endroit, s'aperçut qu'un de ses animaux s'enfonçait dans un fourré de bruyères et y flairait avec bruit. Il s'approcha, et vit un homme étendu sur la terre. Le croyant endormi, il s'avança pour l'appeler, mais il fut saisi d'horreur au spectacle qui s'offrit à lui. Le cadavre de l'infortuné aéronaute était couché sur la face, les bras brisés et ployés

sous la poitrine, le ventre était enfoncé, et les jambes fracturées en plusieurs endroits; la tête n'avait plus rien d'humain, elle avait été à moitié dévorée par les bêtes fauves.

CHAPITRE VIII.

Direction des aérostats.

Plus de soixante ans se sont écoulés depuis l'époque brillante où l'invention des aérostats vint étonner l'Europe, et cependant on est comme attristé quand on considère le peu de résultats qu'elle a produits. Dans cette période si admirablement remplie par le développement universel des sciences, lorsque tant de découvertes, obscures à leur origine, ont reçu des développements si rapides et sont devenues le point de départ de tant d'applications fécondes, l'art de la navigation aérienne, si riche de promesses à son début, est resté depuis un demi-siècle entièrement stationnaire. Cet enfant dont parlait Franklin a vieilli sans avoir fait un pas. Nous avons consigné plus haut les services que les aérostats ont rendus à la physique et à la météorologie: le champ, comme on l'a vu, en est singulièrement borné. Si l'on ajoute que les aérostats ont servi à lever, à l'aide de stations combinées, le plan de quelques villes, et notamment celui de Paris par Lomet; que Conté avait imaginé un système de signaux télégraphiques exécutés par des ballons captifs et qui paraissait présenter quelques avantages, on aura à peu près épuisé la série des applications qu'ont reçues les globes aérostatiques. C'est qu'en effet toutes les applications qui peuvent être faites des aérostats sont dominées par une difficulté qui les tient sous la plus étroite dépendance. Peut-on

diriger à volonté les ballons lancés dans les airs, et créer ainsi une navigation atmosphérique capable de lutter avec la locomotion terrestre et la navigation maritime? Telle est la question qui commande évidemment toute la série des applications des aérostats, tel est aussi le point que nous devons examiner.

La possibilité de diriger à volonté les ballons lancés dans l'espace est une question qui a occupé et divisé un grand nombre de savants. Meunier, Monge, Lalande, Guyton de Morveau, Bertholon et beaucoup d'autres physiciens n'hésitaient pas à l'admettre. Les beaux travaux mathématiques que Meunier nous a laissés sur les conditions d'équilibre des aérostats et les moyens de les diriger, montrent à quel point ces idées l'avaient séduit. On peut en dire autant de Monge, qui a traité les problèmes qui se rattachent à l'aérostation. Cependant on pourrait citer une très longue liste de géomètres qui ont combattu les opinions de Monge et de Meunier. Personne n'ignore, d'un autre côté, qu'une foule d'ingénieurs et d'aéronautes ont essayé diverses combinaisons mécaniques propres à diriger les aérostats. Toutes ces tentatives n'ont eu aucun succès, et la pratique n'a pas tardé à renverser les espérances que certaines vues théoriques avaient inspirées. Disons-le tout de suite, ces échecs étaient faciles à prévoir, et l'on se fût épargné bien des mécomptes si l'on eût étudié d'avance avec les soins nécessaires toutes les conditions du problème.

Les géomètres qui ont fait de nos jours une étude approfondie de cette question sont arrivés à cette conclusion formelle : *Dans l'état actuel de nos connaissances et de nos ressources mécaniques, avec les seuls moteurs qui sont aujourd'hui à notre disposition, il est impossible de résoudre le problème de la direction des aérostats.* Essayons de justifier cette proposition.

Pour diriger à volonté les ballons flottant dans les airs, on

pourrait suivre deux voies différentes : leur imprimer un mouvement horizontal, au moyen d'un moteur convenable, en luttant directement contre la résistance de l'air ; ou bien chercher dans l'atmosphère le courant favorable à la direction que l'on veut suivre, et se maintenir dans la zone de ce courant.

Le premier de ces moyens est impraticable, car la violence du vent opposera toujours un obstacle insurmontable à la marche des ballons en ligne droite ou horizontale. On peut espérer plus de succès du second moyen, bien qu'il ne constitue en définitive qu'une chance précaire. Il existe dans l'atmosphère, à différentes hauteurs, des courants de direction très variable et souvent même opposée ; quelquefois au-dessus d'une région parfaitement calme, il règne un vent très sensible, et réciproquement l'atmosphère est parfois tranquille au-dessus d'une région très agitée. L'aéronaute peut donc espérer de trouver, en manœuvrant avec son ballon, un courant favorable à sa marche, et il peut ainsi arriver au point qu'il veut atteindre, en se maintenant à la hauteur où le vent a précisément la direction qu'il se propose de suivre.

Cependant, réduit même à ces termes plus simples, le problème de la direction des aérostats peut être encore regardé comme à peu près insoluble. En effet, l'agitation de l'atmosphère est une règle qui souffre peu d'exceptions. Lorsque le temps nous semble le plus calme à la surface de la terre, les régions élevées de l'air sont souvent parcourues par des courants très forts. La résistance considérable que l'air, même le plus tranquille, oppose à la progression d'un aérostat ne pourrait être surmontée par aucun appareil mécanique, et ces changements de direction que l'aéronaute devrait imprimer au ballon pour chercher un courant d'air plus favorable à sa marche ne sauraient être obtenus avec aucun des moteurs qui sont actuellement en notre pouvoir. C'est ce qu'il est facile d'établir.

Le seul point d'appui offert au mécanicien, c'est l'air atmo-

sphérique ; c'est sur l'air qu'il doit agir, et l'air si raréfié des régions supérieures. En raison de la ténuité de ce fluide et de son extrême raréfaction, il faudrait le frapper avec une vitesse excessive, pour produire un effet sensible de réaction. Pour obtenir cette vitesse, il faudrait évidemment mettre en œuvre une grande somme de forces mécaniques. Or, les rouages, les engrenages et les agents moteurs qu'il faudrait embarquer pour produire ce résultat, sont d'un poids trop considérable pour être utilement adaptés à un ballon, dont la légèreté est la première et la plus indispensable des conditions. Si, pour obvier à cet inconvénient capital, on veut augmenter, dans les proportions nécessaires, le volume du ballon, on tombe dans un autre défaut tout aussi grave. L'aérostat présente alors en surface un développement immense. Or, en augmentant les dimensions du ballon, on offre nécessairement à l'action de l'air une prise plus considérable : c'est comme la voile d'un navire sur laquelle le vent agit avec d'autant plus d'énergie que sa surface est plus grande. Ainsi, en augmentant la force, on augmenterait en même temps la résistance, et comme ces deux éléments croîtraient dans le même rapport, les conditions premières resteraient les mêmes.

Il est donc manifeste qu'aucun des mécanismes que nous connaissons ne pourrait s'appliquer efficacement à la direction des aérostats. Ce peu de mots suffit à faire comprendre que tous ces innombrables systèmes de rames, de roues, d'hélices, de gouvernails, etc., qui ont été proposés ou essayés, ne pouvaient en aucune manière permettre d'arriver au but que l'on se proposait d'atteindre. Les machines à vapeur, qui produisent un résultat mécanique si puissant, ne pourraient qu'à travers bien des difficultés s'installer dans un aérostat. Le poids de la machine à vapeur et celui du combustible, mais surtout les dangers qu'occasionne l'existence d'un foyer dans le voisinage d'un gaz inflammable comme l'hydrogène, sont autant

de conditions qui semblent s'opposer à l'emploi de la vapeur comme force motrice dans les appareils destinés à traverser les airs. L'intéressante expérience exécutée, en 1852, par M. Giffard, et sur laquelle nous aurons bientôt à revenir, justifie, comme nous le verrons, une partie de ces craintes. Quant aux autres moteurs d'une puissance plus faible, un vent d'une force médiocre paralyserait toute leur action.

Le problème qui nous occupe présente une seconde difficulté : c'est de connaître à chaque instant, et dans toutes les circonstances, la véritable direction de la marche du ballon. L'aiguille aimantée, qui sert de guide dans la navigation maritime, ne pourrait s'appliquer à la navigation aérienne. En effet, le pilote d'un navire ne se borne pas à consulter, sur la boussole, la direction de l'aimant, il a besoin de comparer cette direction avec la ligne qui représente la marche du vaisseau ; il consulte le sillage laissé sur les flots par le passage du navire, et c'est l'angle que font entre elles les deux lignes du sillage et de l'aiguille aimantée, qui sert à reconnaître et à fixer sa marche. Mais l'aéronaute, flottant dans les airs, ne laisse derrière lui aucune trace analogue au sillage des vaisseaux. Placé au-dessus d'un nuage, le navigateur aérien ne peut plus reconnaître la route de la machine aveugle qui l'emporte ; perdu dans l'immensité de l'espace, il n'a aucun moyen de s'orienter. Cette difficulté, à laquelle on songe peu d'ordinaire, est cependant un des obstacles les plus sérieux qu'aurait à surmonter la navigation aérienne ; elle obligerait probablement les aéronautes, même en les supposant munis des appareils moteurs les plus parfaits, à se maintenir toujours en vue de la terre.

On peut donc conclure de ce qui précède que, dans l'état actuel de nos ressources mécaniques, la direction des aérostats doit être regardée comme un problème d'une solution impossible.

Il n'en serait pas de même si les arts mécaniques, par des

perfectionnements que l'avenir nous tient sans doute en réserve, parvenaient à créer un moteur qui n'exigeât, pour être mis en action, que des pièces d'une grande légèreté. A ce point de vue, et ce grand progrès accompli, on peut annoncer hardiment que la direction des aérostats n'a plus rien d'irréalisable. Il serait donc imprudent de condamner aujourd'hui par arrêt formel cette magnifique espérance. Il est sans doute réservé aux générations prochaines de voir s'accomplir la découverte de la navigation atmosphérique ; un jour viendra apportant avec lui cette création tant désirée. Mais dans tous les cas, ce n'est point dans les stériles efforts des aéronautes empiriques que l'on trouvera jamais les moyens de l'accomplir. C'est la mécanique seule, c'est cette science tant décriée à cette occasion, qui, par ses progrès, nous permettra un jour de réaliser ce fait immense qui doit doter l'humanité de facultés nouvelles, et ouvrir à son ambition et à ses désirs une carrière dont nous laissons à l'imagination de nos lecteurs le soin de mesurer l'étendue.

Il semblerait superflu, après la discussion à laquelle nous venons de nous livrer, de passer en revue les idées émises à différentes époques pour parvenir à la direction des aérostats. Il ne sera pas, cependant, tout à fait inutile de mentionner rapidement ces essais. Le secours qu'ils ont apporté à l'avancement de la question est des plus minimes sans aucun doute ; il est bon, néanmoins, de les signaler, ne fût-ce que pour montrer que les conceptions les plus raisonnables et les mieux fondées en apparence, soumises à la sanction de la pratique, ont trahi toutes les espérances.

Presque au début de l'aérostation, Monge traita le premier la question qui nous occupe. Il proposa un système de vingt-cinq petits ballons sphériques, attachés l'un à l'autre comme les grains d'un collier, formant un assemblage flexible dans tous les sens, et susceptible de se développer en ligne droite,

de se courber en arc dans toute sa longueur, ou seulement dans une partie de sa longueur, et de prendre, avec ces formes rectilignes ou ces courbures, la situation horizontale ou différents degrés d'inclinaison. Chaque ballon devait être muni de sa nacelle et dirigé par un ou deux aéronautes. En montant ou en descendant, suivant l'ordre transmis, au moyen de signaux, par le commandant de l'équipage, ces globes auraient imité dans l'air le mouvement du serpent dans l'eau. Nous n'avons pas besoin de dire que cet étrange projet n'a pas été mis à exécution.

Meunier a traité plus sérieusement le problème de la direction des aérostats. Le travail mathématique qu'il a exécuté sur cette question en 1784 est encore aujourd'hui ce que l'étude des difficultés de la navigation aérienne a produit de plus complet et de plus raisonnable. Meunier voulait employer un seul ballon de forme sphérique et d'une dimension médiocre. Ce ballon se trouvait muni d'une seconde enveloppe destinée à contenir de l'air comprimé. A cet effet, un tube faisait communiquer cette enveloppe avec une pompe foulante placée dans la nacelle ; en faisant agir cette pompe, on introduisait entre les deux enveloppes une certaine quantité d'air atmosphérique dont l'accumulation augmentait le poids du système et donnait ainsi le moyen de redescendre à volonté. Pour remonter, il suffisait de donner issue à l'air comprimé ; le ballon s'allégeait, et regagnait les couches supérieures. Ni lest ni soupape n'étaient donc nécessaires, ou plutôt les navigateurs avaient toujours le lest sous la main, puisque l'air atmosphérique en tenait lieu. Quant aux moyens de mouvement, Meunier ne comptait que sur les courants atmosphériques : en se plaçant dans leur direction, on devait obtenir une vitesse considérable. Mais pour chercher ces courants et pour s'y rendre, il faut un moteur et un moyen de direction. Meunier avait calculé que le moteur le plus avantageux, c'étaient les bras de

l'équipage. Quant au mécanisme, il employait les ailes d'un moulin à vent qu'il multipliait autour de l'axe, afin de pouvoir les raccourcir sans diminuer leur superficie totale; il donnait à ces ailes une inclinaison telle, qu'en frappant l'air, elles transmettaient à l'axe une impulsion dans le sens de sa longueur, impulsion qui devait entraîner la progression de l'aérostat. L'équipage était employé à faire tourner l'axe de ce moulin à vent. L'auteur de ce projet avait calculé qu'en employant toutes les forces des passagers, on ne pourrait communiquer au ballon que la vitesse d'une lieue par heure. Cette vitesse suffisait cependant au but qu'il se proposait, c'est-à-dire pour trouver le courant d'air propice auquel il devait ensuite abandonner sa machine (1).

Tels sont les principes sur lesquels le savant géomètre croyait devoir fonder la pratique de la navigation aérienne. Son projet de lester les ballons avec de l'air comprimé mériterait d'être soumis à l'expérience; mais on voit que la navigation aérienne, exécutée dans ces conditions, ne répondrait que bien imparfaitement aux espérances élevées qu'on en a conçues.

C'est à l'oubli des principes posés par Meunier qu'il faut attribuer la marche vicieuse qu'ont suivie après lui les recherches concernant la direction des ballons. En s'écartant de ces sages et prudentes prémisses, en voulant lutter directement

(1) Les mémoires dans lesquels Meunier expose ses idées sur la navigation aérienne sont fort peu connus. Le travail dans lequel il propose de lester les ballons avec de l'air comprimé a été publié au mois de juillet 1784, dans le *Journal de physique* de l'abbé Rozier. Comme ce mémoire intéressant ne se trouve cité nulle part, nous avons cru utile de le rapporter; on le trouvera à la fin de ce volume (Note V). Un autre travail de Meunier, encore moins connu que le précédent, est un *Précis des travaux faits à l'Académie des sciences de Paris pour la perfection des machines aérostatiques*. Ce mémoire n'existe qu'en manuscrit : il est déposé à la bibliothèque de l'École d'application de Metz. Nous reproduisons (Note VI) quelques extraits et une analyse de ce manuscrit qui ont été publiés en 1851 par un recueil industriel, le *Conservatoire*.

contre les courants atmosphériques, en essayant de construire, avec nos moteurs habituels, divers appareils mécaniques destinés à lutter contre la résistance de l'air, on n'a abouti, comme il était facile de le prévoir, qu'aux échecs les plus déplorables.

C'est ce qui arriva, par exemple, à un certain Calais, qui fit au jardin Marbeuf, en 1801, une expérience aussi ridicule que malheureuse sur la direction des ballons.

En 1812, un honnête horloger de Vienne, nommé Jacob Degen, échoua tout aussi tristement à Paris. Il réglait la marche du temps, il crut pouvoir asservir l'espace. Il se mit donc à imaginer divers ressorts, qui, appliqués aux ailes d'un ballon, devaient triompher de la résistance de l'air. Le système qu'il employait était une sorte de combinaison du cerf-volant et de l'aérostat. Un plan incliné, se portant à droite ou à gauche au moyen d'un gouvernail, devait offrir à l'air une résistance et à l'aéronaute un centre d'action. L'expérience tentée au Champ de Mars trompa complétement l'espoir de l'horloger viennois; le pauvre aéronaute fut battu par la populace, qui mit en pièces sa machine.

En 1816, Pauly, de Genève, l'inventeur du fusil à piston, voulut établir à Londres des transports aériens. Il construisit un ballon colossal en forme de baleine, mais il n'obtint aucun succès.

Cet appareil de Pauly n'était d'ailleurs que l'imitation du système que le baron Scott avait imaginé, dès le début des tentatives de ce genre. En 1788, le baron Scott de Martinville avait proposé au monde savant le programme d'un immense aérostat représentant une sorte de poisson aérien muni de sa vessie natatoire articulée et mobile, qui devait rappeler par sa marche dans l'air la progression du poisson dans l'eau. Mais ce plan, qui, dès le commencement de l'année 1789, avait réuni un assez grand nombre de souscripteurs, était resté à

l'état de projet par suite de la gravité des événements politiques que la révolution fit éclore.

C'est encore parmi les projets qu'il faut ranger la machine proposée en 1825 par M. Edmond Genet, frère de madame Campan, établi aux États-Unis, qui a publié à New-York un mémoire sur *les forces ascendantes des fluides*, et a pris un brevet du gouvernement américain pour un *aérostat dirigeable.* La machine décrite par M. Genet était d'une forme ovoïde et allongée dans le sens horizontal; elle présentait une longueur de cent cinquante pieds (anglais) sur quarante-six de large et cinquante-quatre de hauteur. Le moyen mécanique dont l'auteur voulait faire usage était un manége mû par des chevaux; il embarquait dans l'appareil les matières nécessaires à la production du gaz hydrogène.

Nous pouvons citer encore le projet d'une machine aérienne dirigeable qui a été conçue par MM. Dupuis-Delcourt et Régnier. C'est un aérostat de forme ellipsoïde, soutenant un plancher sur lequel fonctionne un arbre engrenant sur une manivelle. Cet arbre, qui s'étend depuis le milieu de la nacelle jusqu'à son extrémité, est muni d'une hélice destinée, dit M. Dupuis-Delcourt, à faire avancer l'appareil horizontalement. Pour obtenir l'ascension ou la descente, entre l'aérostat et la nacelle, on dispose un châssis recouvert d'une toile résistante et bien tendue. Si l'aéronaute veut s'élever, il baisse l'arrière de ce châssis, et la colonne d'air, glissant en dessous, fait monter la machine. S'il veut descendre, il abaisse le châssis par devant, l'air qui glisse en dessus oblige l'appareil à descendre. Cette disposition est fort loin de présenter la solution du problème. Dans un air parfaitement calme et à la surface de la terre on pourra peut-être faire obéir l'aérostat; mais dans une atmosphère un peu agitée il n'en sera pas ainsi. Qu'il vienne une bourrasque d'en haut, et en raison de la grande surface que présente le châssis, la nacelle sera précipitée à terre;

qu'elle vienne d'en bas, et l'aérostat subira une ascension forcée qui pourra devenir dangereuse.

Les divers projets qui viennent d'être énumérés n'ont pas été mis à exécution; mais, par la triste déconvenue qu'éprouva, le 17 août 1834, M. de Lennox avec son fameux navire aérien l'*Aigle*, on peut juger du sort qui attendait ces rêveries, si l'on eût voulu les transporter dans la pratique. La superbe machine de M. de Lennox avait, selon le programme, 50 mètres de longueur sur 20 de hauteur. Elle portait une nacelle de 20 mètres de long pouvant enlever dix-sept personnes, et était munie d'un gouvernail, de rames tournantes, etc. « Le ballon est construit, disait le programme, au moyen d'une toile préparée de manière à contenir le gaz pendant près de quinze jours. » Hélas! on eut toutes les peines du monde à faire parvenir jusqu'au Champ de Mars la malheureuse machine, qui pouvait à peine se soutenir. Elle ne put s'élever, et la multitude la mit en pièces.

Un autre essai exécuté à Paris par M. Eubriot, au mois d'octobre 1839, ne réussit pas mieux. Ce mécanicien avait construit un aérostat de forme allongée, offrant à peu près la figure d'un œuf. Il présentait cet œuf par le gros bout. Cette disposition, que l'on regardait comme un progrès, n'avait au contraire rien que de vicieux. Une fois la colonne d'air entamée par le gros bout, le reste, disait-on, devait suivre sans encombre. C'était rappeler la fable du dragon à plusieurs têtes et du dragon à plusieurs queues : il fallait pouvoir faire avancer le gros bout. Or, ce résultat ne pouvait être obtenu par les faibles moyens mécaniques auxquels on avait recours, et qui se bornaient à deux moulinets à quatre ventaux chacun.

Le problème de la direction des aérostats a été récemment remis à l'ordre du jour. A la suite de la faveur nouvelle et assez inattendue que le caprice de la mode vint rendre, il y a quelques années, aux ascensions et aux expériences aérostati-

ques, un inventeur, que n'avait point découragé l'insuccès de ses nombreux devanciers, traça, au mois de juin 1850, le plan d'une sorte de *vaisseau aérien.* Ce prétendu système de locomotion aérienne était fort au-dessous des combinaisons du même genre déjà proposées; cependant, comme il a fait beaucoup de bruit à Paris et dans le reste de la France, nous rappellerons ses dispositions principales.

M. Petin proposait de réunir en un système unique quatre aérostats à gaz hydrogène reliés par leur base à une charpente de bois, qui formait comme le pont de ce nouveau vaisseau. Sur ce pont s'élevaient, soutenus par des poteaux, deux vastes châssis garnis de toiles disposées horizontalement. Quand la machine s'élevait ou s'abaissait, ces toiles, présentant une large surface qui donnait prise à l'air, se trouvaient soulevées ou déprimées uniformément par la résistance de ce fluide; mais, si l'on en repliait une partie, la résistance devenait inégale, et l'air passait librement à travers les châssis ouverts; comme il continuait cependant d'exercer son action sur les châssis encore munis de leurs toiles, il résultait de là une rupture d'équilibre qui devait faire incliner le vaisseau et le faire monter ou descendre à volonté en sens oblique le long d'un plan incliné.

Le projet de M. Petin était, comme on le voit, une sorte de réminiscence de l'appareil de Jacob Degen. Mais on voit tout de suite le vice irrémédiable qu'il présentait. Les mouvements, provoqués par la résistance de l'air, ne pouvaient s'exécuter que pendant l'ascension ou la descente; ils étaient impossibles quand le ballon était en repos. Pour provoquer ces effets, il était indispensable d'élever ou de faire descendre l'aérostat, en jetant du lest ou en perdant du gaz; on n'atteignait donc le but désiré qu'en usant peu à peu la cause du mouvement. Là n'était pas encore toutefois le défaut radical de ce système: ce défaut, auquel nous ne savons point de remède, c'était l'absence de tout moteur. L'effet de bascule provenant du jeu des châssis

aurait peut-être pu imprimer, dans un temps calme, un mouvement à l'appareil ; mais pour surmonter la résistance du vent et des courants atmosphériques, il faut évidemment faire intervenir une puissance mécanique. Cet agent fondamental, c'est à peine si M. Petin y avait songé, ou du moins les moyens qu'il proposait étaient tout à fait puérils. Il se tirait assez singulièrement d'embarras, en disant que son moteur serait la main des hommes ou *tout autre moyen mécanique ;* mais c'est précisément ce moyen mécanique qu'il s'agissait de trouver, car en cela justement consiste la difficulté qui s'est opposée jusqu'à ce jour à la réalisation de la navigation aérienne.

L'inventeur de l'imparfait appareil que nous venons de décrire a parcouru la France en 1851 pour recueillir les moyens de l'exécuter en grand. Dans les séances publiques qu'il donnait en nos différentes villes, M. Petin, ancien bonnetier de la rue Saint-Denis, vouait à l'anathème les savants et la science qui condamnaient son entreprise. Sa propagande infatigable eut pour résultat la réunion d'une somme considérable qu'il jeta tout entière dans la construction d'une machine différant en certains points de son premier modèle, mais qui n'en était pas pour cela plus raisonnable. Au mois de septembre 1851, le gigantesque appareil était terminé. Malheureusement le préfet de police de Paris partagea l'avis des savants, et l'autorisation demandée par M. Petin, pour exécuter son ascension, lui fut refusée, par la crainte très légitime de compromettre la vie des personnes qui devaient l'accompagner. M. Petin passa alors en Angleterre, mais l'hospitalité britannique ne semble pas lui avoir été favorable, car les nouvelles arrivées d'Amérique nous montrent notre compatriote recommençant aux États-Unis la même campagne qui a si tristement échoué en Europe. Nous faisons des vœux pour que la patrie de Franklin, où tant de belles découvertes ont pris naissance, inspire à M. Petin des idées plus réfléchies sur une question qui exige, pour être

résolue, autre chose que du courage, de l'enthousiasme et des discours.

Une tentative autrement sérieuse, autrement digne que la précédente d'encouragement et d'intérêt, a eu lieu à Paris le 24 septembre 1852. Un jeune et habile ingénieur, M. Henri Giffard, a soumis à l'expérience un aérostat mis en mouvement par une machine à vapeur. Des dispositions très bien entendues pour l'installation de la chaudière ont montré qu'il était jusqu'à un certain point possible d'éviter les dangers qui résultent de la présence d'un foyer dans le voisinage d'un réservoir de gaz hydrogène ; mais la puissance mécanique de l'appareil est restée insuffisante pour triompher de la résistance de l'air. C'est ce qui résulte du récit de cette expérience donné par l'inventeur lui-même :

« Je suis parti seul, dit M. Giffard, de l'Hippodrome, le 24 septembre, à cinq heures un quart. Le vent soufflait avec une assez grande violence. Je n'ai pas songé un seul instant à lutter directement contre le vent ; la force de la machine ne me l'eût pas permis ; cela était prévu d'avance et démontré par le calcul. Mais j'ai opéré avec le plus grand succès diverses manœuvres de mouvement circulaire et de déviation latérale.

» L'action du gouvernail se faisait parfaitement sentir, et à peine avais-je tiré légèrement avec une des deux cordes de manœuvre, que je voyais immédiatement l'horizon tournoyer autour de moi. Je suis monté à une hauteur de 1,500 mètres, et j'ai pu m'y maintenir horizontalement à l'aide d'un nouvel appareil que j'ai imaginé, et qui indique immédiatement le moindre mouvement vertical de l'aérostat.

» Cependant la nuit approchait ; je ne pouvais rester plus longtemps dans l'atmosphère. Craignant que l'appareil n'arrivât à terre avec une certaine vitesse, je commençai à étouffer le feu avec du sable ; j'ouvris tous les robinets de la chaudière ; la vapeur s'écoula de toute part avec un fracas horrible. J'eus un moment la crainte qu'il ne se produisît quelque phénomène électrique, et pendant quelques instants je fus enveloppé d'un nuage de vapeur qui ne me permettait plus de rien distinguer.

» J'étais en ce moment à la plus grande élévation que j'aie atteinte; le baromètre marquait 1,800 mètres. Je m'occupai immédiatement de regagner la terre, ce que j'effectuai très heureusement dans la commune d'Élancourt, près Trappe, dont les habitants m'accueillirent avec le plus grand empressement et m'aidèrent à dégonfler l'aérostat (1). »

Ces expériences, qui devaient être reprises au printemps de l'année 1854, n'ont pas été continuées, par suite de la mort de l'un des jeunes collaborateurs de M. Henri Giffard. C'est une circonstance à regretter, car la tentative qui avait été faite par M. Giffard, aidé du concours de MM. David et Sciama, ingénieurs civils, élèves de l'École centrale, constituait certainement la tentative la plus sérieuse, la plus scientifique que l'on ait exécutée, dans cette direction, depuis la découverte des aérostats.

CHAPITRE IX.

Conclusion. — Applications futures des aérostats aux recherches scientifiques.

On vient de voir que le raisonnement et l'expérience s'accordent à démontrer l'inutilité de tentatives ayant pour but la direction des aérostats avec les seules ressources dont la mécanique dispose de nos jours. Un moteur nouveau qui réunisse à une puissance considérable une grande légèreté, telle est la condition indispensable pour résoudre ce grand problème. Ainsi, c'est en dehors de l'aérostation elle-même que ce progrès doit se préparer et s'accomplir. Il serait donc inutile de

(1) Nous reproduisons à la fin du volume (Note VII) la description donnée par M. Henri Giffard, de son aérostat à vapeur.

persévérer dans les routes vicieuses où depuis cinquante ans l'aérostation s'est engagée ; il est temps de la ramener dans une voie moins stérile. Dans l'état présent des choses, tout l'avenir, toute l'importance des aérostats résident dans leur application aux recherches scientifiques ; ce n'est que par son emploi comme moyen d'étude pour les grandes lois physiques et météorologiques de notre globe, que l'art des Montgolfier peut désormais tenir une place sérieuse parmi les inventions modernes.

Il serait impossible de fixer le programme exact de toutes les questions qui pourraient être abordées avec profit pendant le cours des ascensions aérostatiques appliquées aux intérêts des sciences. Voici néanmoins la liste abrégée des faits physiques qui pourraient retirer de ce moyen d'exploration des éclaircissements utiles.

La véritable loi de la décroissance de la température dans les régions élevées de l'air est encore, on peut le dire, ignorée. Théodore de Saussure a essayé de l'établir à l'aide d'observations comparatives prises sur la terre et sur des montagnes élevées, telles que le Rigi et le col du Géant. Des expériences du même genre, faites dans les Alpes, ont encore servi d'éléments à ces recherches. Mais toutes les observations recueillies de cette manière n'ont amené aucune conséquence générale susceptible d'être exprimée par une formule unique. D'après les expériences de Saussure, la température de l'air s'abaisserait de 1 degré à mesure que l'on s'élève de 140 à 150 mètres dans l'atmosphère ; d'un autre côté, les observations prises dans les Pyrénées ont donné 1 degré d'abaissement par 125 mètres d'élévation ; enfin, dans son ascension aérostatique, M. Gay-Lussac a trouvé le chiffre de 1 degré pour 174 mètres d'élévation. Sans parler du résultat extraordinaire, et qui mérite confirmation, obtenu par MM. Barral et Bixio, qui prétendent avoir observé un abaissement de température de 39 degrés au-dessous

de glace à une élévation de 7,000 mètres, on voit quelles différences et quel désaccord tous ces résultats présentent entre eux. Il est de toute évidence que la loi du décroissement de la température dans les régions élevées pourra être fixée avec une très grande facilité et avec certitude, par des observations thermométriques prises au moyen d'un aérostat à différentes hauteurs dans l'air. En multipliant les observations de ce genre sous diverses latitudes, à différentes saisons de l'année, aux différentes heures de la nuit et du jour, on arrivera, sans aucun doute, à saisir la loi générale de ce fait météorologique.

On peut en dire autant de ce qui concerne la loi de la décroissance de la densité de l'atmosphère. La détermination exacte du rapport dans lequel l'air diminue de densité à mesure que l'on s'élève, dépend de deux éléments : la décroissance de la température et la diminution de la pression barométrique. Des observations aérostatiques peuvent seules permettre d'établir ces éléments sur des bases expérimentales dignes de confiance. Les physiciens n'accordent, à bon droit, que très peu de crédit à la loi donnée par M. Biot relativement à la décroissance de la densité de l'air, car cette loi n'a été calculée que sur quatre ou cinq observations prises dans les ascensions aérostatiques de MM. de Humboldt et Gay-Lussac. C'est en multipliant les observations de ce genre, et en se plaçant dans des conditions différentes de latitudes, d'heures, de saisons, etc., qu'on pourra la fixer d'une manière positive. Ajoutons que ce résultat aurait d'autant plus d'importance, qu'il fournirait une donnée certaine pour mesurer la véritable hauteur de notre atmosphère. En effet, étant connue la loi suivant laquelle diminue la densité de l'air dans les régions élevées, on déterminerait à quelle hauteur cette densité peut être considérée comme insensible, ce qui établirait sur une base expérimentale solide le fait assez vaguement établi jusqu'ici de la hauteur et des limites physiques de notre atmo-

sphère. Cette loi intéresse d'ailleurs directement l'astronomie. On sera, en effet, toujours exposé à commettre des erreurs sensibles sur la position réelle des étoiles, tant que l'on ne pourra tenir un compte exact de la déviation que subit la lumière de ces astres en traversant l'atmosphère. Or, cette déviation dépend de la densité et de la température des couches d'air traversées. Ainsi, l'astronomie elle-même réclame la fixation de la loi de la décroissance de la densité de l'air.

On établirait encore aisément, grâce aux aérostats, la loi des variations de l'humidité selon les hauteurs atmosphériques. Les hygromètres que nous possédons aujourd'hui sont d'une précision si grande que les observations de ce genre, exécutées dans des conditions convenablement choisies, donneraient sans aucun doute un résultat satisfaisant, et auraient pour effet d'enrichir la physique d'une loi dont tous les éléments lui font en core défaut.

On admet généralement que la composition chimique de l'air est la même dans toutes les régions et à toutes les hauteurs : M. Gay-Lussac a constaté ce fait dans son ascension aérostatique ; mais les procédés d'analyse de l'air ont subi, depuis l'époque des expériences de M. Gay-Lussac, des perfectionnements de tout genre, et il est reconnu que l'analyse de l'air par l'eudiomètre, telle que ce physicien l'a exécutée, laisse une part sensible aux erreurs d'expérience. Il serait donc de toute nécessité d'analyser l'air des régions supérieures en se servant des procédés créés par M. Dumas. Cette expérience, si naturelle, si facile et pour ainsi dire commandée, n'a jamais été exécutée ; c'est donc à tort, selon nous, que l'on admet l'identité de la composition de l'air à toutes les hauteurs. On a soumis, il est vrai, à l'analyse par les procédés de M. Dumas, l'air recueilli au sommet du Faulhorn et du mont Blanc, et l'on a reconnu son identité chimique avec l'air qui se trouve à la surface de la terre ; mais il n'est pas douteux que la hau-

teur des montagnes même les plus élevées du globe ne soit un terme très insuffisant pour la recherche du grand fait dont nous parlons.

Plusieurs physiciens ont admis la variation, suivant les hauteurs, de la quantité de gaz acide carbonique qui fait partie de l'air. Une des expériences les plus faciles à exécuter dans la série prochaine des recherches aérostatiques, consistera à éclaircir ce point de l'histoire de notre globe.

Les expériences exécutées à l'aide d'un ballon aérostatique permettraient encore de vérifier la loi de la vitesse du son, et de reconnaître si la formule établie par Laplace est vraie pour les couches verticales de l'air comme pour les couches horizontales, ou, si l'on veut, de chercher si le son se propage avec la même rapidité dans les couches horizontales de l'air et dans le sens de la progression verticale. Il est probable que le résultat serait différent, et la loi que l'on fixerait ainsi jetterait un jour nouveau sur les faits relatifs à la densité de l'atmosphère et sur quelques points secondaires qui se rattachent à ces questions.

Les phénomènes du magnétisme terrestre actuellement connus recevraient aussi des éclaircissements utiles d'expériences exécutées à une grande hauteur dans l'air. Le fait même de la permanence de l'intensité de la force magnétique du globe à toutes les hauteurs dans l'atmosphère, admis par MM. Biot et Gay-Lussac comme conséquence de leurs observations aérostatiques, aurait peut-être besoin d'être examiné de nouveau. La difficulté que présente l'observation de l'aiguille aimantée dans un ballon agité par les vents, et qui éprouve continuellement une rotation sur lui-même, rend ces observations susceptibles d'erreur. Il ne serait donc pas hors de propos de reprendre, dans des conditions convenables, l'examen de ce fait.

Enfin, l'un des plus utiles problèmes que nos savants pourront se proposer dans le cours de ces ascensions, sera de rechercher s'il n'existerait pas, à certaines hauteurs dans l'at-

mosphère, des *courants constants*. On sait que sur certains points du globe il règne pendant toute l'année des courants invariables, qui portent le nom de *vents alisés*. En prolongeant dans l'atmosphère les expériences aérostatiques, en se familiarisant avec ce séjour nouveau, en étudiant ce domaine encore si peu connu, peut-être arriverait-on à trouver, à certaines hauteurs, quelques courants dont la direction soit invariable pendant toute l'année, ou qui se maintiennent périodiquement à des époques déterminées. Franklin pensait qu'il existe habituellement dans l'atmosphère inférieure une sorte de courant froid se rendant des pôles à l'équateur, et, par contre, un courant supérieur soufflant en sens inverse et se rendant de l'équateur aux deux extrémités de la terre. La découverte de ces *vents alisés* ou de ces *moussons* des régions supérieures serait un fait immense pour l'avenir de la navigation aérienne; car, leur existence une fois constatée, et leur direction bien reconnue, il suffirait de placer et de maintenir un aérostat dans la zone de ces courants pour le voir emporter vers le lieu fixé d'avance. Pour peu que ces *moussons* fussent multipliés dans l'atmosphère, le problème de la navigation aérienne se trouverait résolu beaucoup mieux que par les combinaisons mécaniques dont nous avons essayé de démontrer l'impuissance.

En attendant que d'aussi brillants résultats soient obtenus, l'aérostation peut dès ce jour hâter sur plus d'un point le progrès des sciences physiques. C'est à elle à prendre pied dans ce domaine trop négligé; c'est aux savants aussi qu'il appartient de bien comprendre l'avenir promis à l'art des Pilâtre et des Montgolfier, et de rendre ainsi à l'aérostation la place qu'elle doit occuper parmi les plus utiles auxiliaires de l'observation scientifique.

L'ÉCLAIRAGE AU GAZ.

L'ÉCLAIRAGE AU GAZ.

CHAPITRE PREMIER.

Anciennes notions sur les gaz inflammables. — Essais de Philippe Lebon. — Thermolampe. — Travaux de Murdoch en Angleterre. — Winsor. — Établissement de l'éclairage par le gaz à Londres. — Importation en France de l'éclairage au gaz.

La question de priorité qui se rattache à la découverte de l'éclairage au gaz a été débattue, il y a trente ans, en Angleterre et en France, avec une ardeur et une ténacité que l'importance même du sujet ne justifiait point. Le temps a heureusement effacé jusqu'aux traces de ces débats; on peut donc aujourd'hui essayer en toute sécurité de fixer la part qui revient à chacune des deux nations rivales dans la création de cette branche intéressante de l'industrie.

L'éclairage par le gaz n'est qu'une suite très simple des découvertes chimiques accomplies au siècle dernier. On savait depuis longtemps que la combustion de certains gaz composés s'accompagne d'un dégagement de lumière et de chaleur, et dès la fin du XVIIe siècle, l'expérience avait appris que la houille, soumise, en vases clos, à une haute température, fournit un gaz susceptible de brûler avec éclat. Mais jusqu'à la fin du dernier siècle, personne ne songea à tirer parti de ce fait. L'idée d'appliquer à l'éclairage les gaz combustibles qui se forment pendant la décomposition de certaines substances orga-

niques, appartient incontestablement à un ingénieur français nommé Philippe Lebon. Les moyens imparfaits employés par notre compatriote pour appliquer à l'éclairage les gaz qui résultent de la décomposition du bois ou de la houille, ne reçurent en France qu'un commencement d'exécution; mais cette idée fut quelques années après reprise en Angleterre, et les procédés imaginés alors pour l'extraction et pour l'épuration du gaz eurent pour effet de créer cette industrie remarquable. Ainsi, le principe théorique de l'éclairage au gaz appartient à notre nation; mais l'honneur de son exécution pratique doit revenir tout entier à la persévérance et à l'habileté de nos voisins.

Tel est, en quelques mots, l'aperçu d'ensemble qui résume en un trait général la question historique qui se rapporte à l'invention qui va nous occuper. Examinons maintenant avec plus de détails les faits qui autorisent cette conclusion.

La première observation scientifique relative aux gaz combustibles et éclairants, est due à un physicien anglais nommé James Clayton. Tout le monde sait qu'il se dégage quelquefois du sein de la terre certains fluides élastiques susceptibles de s'enflammer. Ces phénomènes, dont les anciens ont parlé comme de prodiges inexplicables, ont été observés depuis des siècles; les feux de Pietra-Mala et de Barigazzo en Italie, la *fontaine ardente* du Dauphiné, les feux qui apparaissent sur les bords de la mer Caspienne et dans beaucoup de contrées des États-Unis, en sont des exemples bien connus. En 1664, le docteur Clayton observa un phénomène de ce genre à la surface d'une veine de houille. En approchant un corps en ignition de certaines fissures de la mine, on voyait aussitôt apparaître une flamme. Clayton attribua ce fait à une vapeur spontanément dégagée du charbon, et pour vérifier sa conjecture, il soumit le charbon de cette mine à la distillation. Il reconnut, en opérant ainsi, que la houille fournissait de l'eau, une sub-

stance noire, qui n'était autre chose que du goudron, et un gaz (*spirit*) qu'il ne put parvenir à condenser. Enflammé au bout d'un tube placé à l'extrémité de l'appareil, ce gaz brûlait en émettant beaucoup de lumière. Clayton désigna ce produit sous le nom d'*esprit de houille*, s'imaginant que ce combustible était le seul corps qui pût lui donner naissance.

Hales, qui répéta cinq ans après l'expérience intéressante de James Clayton, reconnut que le charbon de terre soumis à la calcination fournit un tiers de son poids de vapeurs inflammables (1). Le savant évêque de Landaff, le docteur Watson, qui s'est occupé en 1769 des produits de la distillation du charbon et du bois, annonce également qu'il a retiré de ces matières un gaz inflammable, une huile épaisse ressemblant à du goudron et un résidu de charbon poreux et léger (2).

En 1786, lord Dundonald avait établi plusieurs fours pour la distillation de la houille, afin d'en obtenir du goudron. On reconnut que les vapeurs dégagées pendant l'opération étaient très faciles à enflammer; mais, loin de tirer parti de ces produits comme agents lumineux ou combustibles, on les laissait échapper par toutes les ouvertures des appareils, on les brûlait à la bouche des fourneaux. On imagina seulement de disposer des tuyaux métalliques pour conduire le gaz que l'on fit brûler à l'extrémité de ces tubes, et l'on produisait ainsi de la lumière à une certaine distance des fours. Cependant on ne voyait là qu'un phénomène curieux qui servit longtemps de jeu aux ouvriers de l'usine. Un Allemand, nommé Diller, jugea à propos d'en faire à Londres une exhibition publique sur le théâtre du Lycée. Il faisait brûler des flambeaux alimentés par les gaz provenant de la distillation de la houille : on désignait ce phénomène sous le nom de *lumière philosophique*.

(1) *Statique des végétaux*, t. I.
(2) *Essais chimiques*, t. II.

Il faut donc reconnaître que le pouvoir éclairant du gaz qui prend naissance pendant la calcination de la houille a été de bonne heure observé en Angleterre; mais le composé qui se forme dans cette circonstance était regardé comme un produit exclusivement propre au charbon de mine. Ce fait, découvert par hasard et en dehors de toute idée scientifique, n'avait conduit à aucune vue générale; il ne peut donc rien enlever au mérité des travaux de Philippe Lebon, qui reposent, au contraire, sur un ensemble de déductions théoriques et représentent toute une série d'applications raisonnées de la science.

Philippe Lebon, ingénieur des ponts et chaussées, était né vers 1765 à Brachet (Haute-Marne), près de Joinville. C'est vers l'année 1786 qu'il conçut la première idée de faire servir à l'éclairage les gaz qui proviennent de la combustion du bois. En l'an VII de la République, il annonça sa découverte à l'Institut, et en l'an VIII, à la date du 6 vendémiaire (28 septembre 1799), il prit un brevet d'invention pour un appareil qu'il désignait sous le nom de *thermolampe*, et qui devait fournir à la fois de la lumière et de la chaleur. Philippe Lebon a publié un mémoire qui démontre suffisamment qu'il avait pressenti toute l'étendue que ses idées pourraient recevoir un jour. Quelques passages extraits de cet écrit peu connu suffiront à lever les doutes qui ont été émis à ce sujet à différentes époques.

Le mémoire de Lebon a pour titre : *Thermolampe ou poêles qui chauffent, éclairent avec économie, et offrent, avec plusieurs produits précieux, une force motrice applicable à toute espèce de machines.*

Après avoir indiqué les divers genres d'applications que peut recevoir le thermolampe, Lebon ajoute les réflexions suivantes :

« Je ne parle pas des effets que l'on pourrait obtenir en appliquant encore la chaleur produite aux chaudières de nos machines

à feu ordinaires, ni des applications sans nombre de la force qui se déploie dans ces nouvelles machines. Tout ce qui est susceptible de se faire mécaniquement est l'objet de mon appareil, et la simultanéité de tant d'effets précieux rendant la dépense proportionnellement très petite, le nombre possible d'applications économiques devient infini. Dans les forges on néglige et l'on perd tout le gaz inflammable, qui offre cependant des effets de chaleur et de mouvement si précieux pour ces établissements. La quantité de combustible que l'on y consomme est si énorme, que je suis persuadé qu'en le diminuant considérablement on pourrait, en suivant les vues que j'indique, non-seulement obtenir les mêmes effets de chaleur, mais même donner surabondamment la force que l'on emprunte du cours d'eau, souvent éloigné des forêts et mines, et dont la privation donne lieu, dans les sécheresses, à des chômages d'autant plus nuisibles qu'ils laissent sans travail une classe nombreuse d'ouvriers. En général, tous les établissements qui ont besoin de mouvement, ou de chaleur ou de lumière, doivent retirer quelque avantage de cette méthode d'employer le combustible à ces effets.

» Cependant le plus grand nombre des applications du thermolampe devant avoir pour objet de chauffer et d'éclairer, je vais les considérer particulièrement sous ce point de vue.

» La forme des vases dans lesquels le combustible est soumis à l'action décomposante du calorique peut varier à l'infini, suivant les circonstances, les besoins et les localités. Je me contenterai d'indiquer quelques dispositions qui me paraissent intéressantes à connaître, et qui d'ailleurs donneront une idée de la multiplicité des formes dont ces vases sont susceptibles. »

Ici Lebon indique les dispositions les plus convenables à donner au cylindre destiné à contenir le bois soumis à la distillation sèche. Il termine en ces termes :

« Le gaz qui produit la flamme, bien préparé et purifié, ne peut avoir les inconvénients de l'huile ou du suif ou de la cire employés pour nous éclairer. Cependant l'apparence d'un mal étant quelquefois aussi dangereuse que le mal même, il n'est pas inutile de faire remarquer combien il est facile de ne répandre dans les appartements que la lumière et la chaleur, et de rejeter

à l'extérieur tous les autres produits, même celui résultant de la combustion de ce gaz inflammable. Voici, pour cet objet, ce qui est exécuté chez moi.

» La combustion du gaz inflammable se fait dans un globe de cristal, soutenu par un trépied et mastiqué de manière à ne rien laisser échapper au dehors des produits de la combustion. Un petit tuyau y amène l'air inflammable ; un second tuyau y introduit l'air atmosphérique, et un troisième tuyau emporte les produits de la combustion. Celui de ces tuyaux qui conduit l'air atmosphérique, le prend dans l'intérieur de l'appartement quand on veut le renouveler, ou autrement il le tire de dehors. Comme ces tuyaux s'unissent au-dessous du globe, il est nécessaire que celui du tirage s'élève verticalement dans une autre partie de sa course, et qu'il y soit un peu échauffé au commencement de l'opération, pour déterminer le tirage. D'ailleurs, chacun de ces tuyaux peut avoir un robinet ou une soupape, afin que l'on puisse établir le rapport que l'on peut désirer entre les fournitures du gaz et le tirage.

» On conçoit, sans qu'il soit besoin de l'expliquer, que le globe peut être suspendu et descendu du plafond ; que dans tous les cas, il est facile, par la disposition des tuyaux, de rendre prompte et immédiate la combinaison des deux principes de la combustion, de distribuer et modeler les surfaces lumineuses et de gouverner et suivre l'opération ; et qu'enfin, par ce moyen, la chaleur et la lumière nous sont données après avoir été filtrées à travers du verre ou du cristal et qu'elles ne laissent rien à craindre des effets des vapeurs sur les métaux. Il n'est point indispensable cependant, pour absorber les produits de combustion, qu'elle ait lieu dans un globe exactement fermé ; un petit dôme ou capsule de verre ou de cristal, de porcelaine ou d'autres matières, peut les recevoir pour les introduire dans un tuyau qui, par son tirage, les pousserait continuellement (1). »

Philippe Lebon signale dans son brevet les matières grasses et la houille comme propres à remplacer le bois. Cependant,

(1) *Addition au brevet d'invention de quinze ans, accordé le* 28 *septembre* 1799, *à M. Lebon de Paris. (Description des machines et procédés spécifiés dans les brevets d'invention et de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée*, t. V, p. 124.)

dans son *thermolampe*, le bois seul était employé. Il plaçait dans une grande caisse métallique des bûches de bois qui étaient soumises à la distillation sèche. En se décomposant par l'action du feu, la matière organique donnait naissance à des gaz inflammables, à diverses matières empyreumatiques, à de l'acide acétique et à de l'eau. Il restait du charbon comme résidu de la distillation. Lebon consacrait le gaz à l'éclairage, et il utilisait la chaleur du fourneau pour le chauffage des appartements. De là le nom de *thermolampe* pour cet appareil, qu'il voulait faire adopter comme une sorte de meuble de ménage. Depuis 1799 jusqu'en 1802, il fit un grand nombre d'expériences pour tirer parti de tous les produits qu'il obtenait. Ses premiers thermolampes furent établis au Havre; il se proposait d'appliquer le gaz à l'éclairage du phare, et de faire servir le goudron à la marine. Mais les fluides élastiques qui prennent naissance pendant la combustion du bois, et qui se composent surtout d'oxyde de carbone et d'hydrogène carboné, ne sont que très peu éclairants; en outre, l'inventeur ne s'était pas occupé des moyens d'épurer son gaz, qui répandait une odeur très désagréable. Aussi les expériences exécutées au Havre n'éveillèrent-elles que faiblement l'attention ou l'intérêt du public; Lebon revint à Paris sans avoir réussi à mettre ses vues en pratique.

L'application de la houille à l'éclairage, dont il ne parle qu'en passant, dans une note de son mémoire, fut cependant réalisée à Paris par Philippe Lebon. Les appartements et les jardins de l'hôtel Seignelay, qu'il occupait dans la rue Saint-Dominique, furent éclairés par ce moyen. Mais ses procédés d'épuration étaient tout à fait insuffisants; l'odeur fétide du gaz, les produits nuisibles auxquels sa combustion donne naissance lorsqu'il n'a pas été convenablement purifié, forcèrent l'inventeur à abandonner l'entreprise. A peu près ruiné par les dépenses considérables que ses expériences avaient exigées, il

se retira à Versailles, et alla établir auprès de l'aqueduc de Marly une fabrique d'acide pyroligneux.

La fabrication de l'acide pyroligneux que Lebon établit à Versailles n'était que l'application pratique des idées qui l'avaient conduit à la découverte de son *thermolampe*. En distillant du bois en vases clos, on obtenait un résidu de charbon qu'on livrait au commerce ; il se formait du goudron, des gaz inflammables, de l'eau et de l'acide acétique. Le gaz, ramené dans le foyer au moyen d'un tube, servait à activer la combustion ; le liquide aqueux chargé de goudron et d'acide acétique, purifié par les moyens chimiques convenables, était employé à préparer de l'acide acétique faible, que l'on désignait et que l'on désigne encore sous le nom d'*acide pyroligneux*. Cette fabrication, qui présentait, on le voit, plusieurs faits remarquables, et dénotait de la part de l'auteur une rare intelligence, est pratiquée aujourd'hui dans nos forêts, pour la préparation simultanée du charbon de bois et de l'acide pyroligneux ; elle n'a subi depuis sa création que fort peu de changements.

Philippe Lebon réunissait, en effet, à un haut degré, les qualités de l'inventeur ; il avait l'activité de l'esprit, la sagacité de coup d'œil, la hardiesse d'exécution qui amènent et fécondent les découvertes. Quoique forcé d'abandonner les expériences qu'il avait entreprises à Paris sur l'éclairage au moyen du gaz de la houille, il n'avait jamais perdu de vue cet important objet, et il n'est pas douteux que si les agitations politiques de l'époque eussent laissé à l'industrie un plus libre développement, il n'eût mené à bien cette grande entreprise. Sa triste fin, arrivée en 1802, priva la France de l'honneur définitif de cette invention. Un matin, au point du jour, quelques personnes relevèrent, aux Champs-Élysées, le corps d'un homme percé de coups : c'était celui de Philippe Lebon. Au milieu des préoccupations du moment, la cause de sa mort ne fut point recherchée, et

son nom grossira la liste de ces inventeurs malheureux qui n'ont trouvé auprès de leurs contemporains que l'indifférence et l'oubli.

Pendant que Philippe Lebon échouait dans ses tentatives et ne trouvait en France aucun encouragement pour le développement de ses idées, un ingénieur nommé Murdoch, qui avait eu connaissance des résultats obtenus à Paris, les mettait en pratique en Angleterre. Les écrivains anglais prétendent que, dès l'année 1792, Murdoch avait fait, dans le comté de Cornouailles, sa patrie, quelques expériences relatives aux gaz éclairants fournis par différentes matières minérales ou végétales. Aucun document ne confirme ce fait. Ce n'est que dans l'année 1798 que Murdoch vint établir, dans la manufacture de James Watt, à Soho, près de Birmingham, un appareil destiné à l'éclairage du bâtiment principal. Cependant ce système ne fut pas définitivement adopté dans l'usine de Soho, les expériences y furent souvent adandonnées et reprises. En 1802, à l'occasion de la paix d'Amiens, Murdoch fit sur la façade de l'établissement de James Watt une illumination brillante qui étonna beaucoup la population de Birmingham.

Ce n'est qu'en 1805 que l'éclairage par le gaz fut établi pour la première fois, d'une manière définitive, en Angleterre, dans une grande manufacture. A cette époque, la fabrique de James Watt l'adopta entièrement. Peu de temps après, le bel établissement pour la filature du lin de MM. Philipps et Lee, à Manchester, fut éclairé à son tour par ces moyens nouveaux.

Cependant les procédés employés par Murdoch ne différaient que faiblement de ceux que Philippe Lebon avait mis en œuvre à Paris. Le gaz, mal épuré, renfermait tous les produits qui se mêlent, pendant la distillation de la houille, à l'hydrogène bicarboné, et communiquent aux produits de sa combustion des propriétés nuisibles. Ce genre d'éclairage, dans les conditions où il se trouvait à cette époque, ne pouvait donc être toléré

que dans une manufacture. De là aux applications générales du gaz à l'éclairage public, il y avait un pas immense à franchir. Ce résultat important ne devait être réalisé qu'après de longues luttes et par une suite de persévérants travaux.

Un Allemand, nommé F.-A. Winsor, avait traduit en allemand et en anglais le mémoire de Philippe Lebon sur le *thermolampe*. En 1802 il publia cette traduction à Brunswick, et la dédia au duc régnant, qui avait été témoin, avec toute sa cour, de ses expériences sur l'éclairage au moyen de la distillation des bois de chêne et de sapin. Donnant suite à ces premières recherches, Winsor continua ses essais dans les villes de Brême, Hambourg et Altona ; enfin il se rendit à Londres, et exécuta les mêmes expériences en public sur le théâtre du Lycée. Cependant les succès obtenus par Murdoch avec le gaz retiré de la houille, décidèrent Winsor à renoncer à l'emploi des matières végétales. Il seconda ce dernier dans l'établissement définitif de l'éclairage de l'établissement de Watt à Soho et dans quelques fabriques de Birmingham. Convaincu dès lors de l'avenir réservé à cette industrie, il prit en Angleterre un brevet d'invention, et s'occupa de former une société industrielle pour appliquer le gaz à l'éclairage public.

Ce n'était pas une faible entreprise que de fonder, au milieu de tant d'intérêts opposés, cette institution nouvelle. Les industries existant à cette époque pour l'éclairage domestique devaient susciter, contre un tel projet, des obstacles de tout genre. Élever au milieu des villes des réservoirs immenses d'un gaz inflammable, placer le long des rues des conduits souterrains, conduire enfin ce gaz dans l'intérieur des maisons, en présence de tant de matières sujettes à l'incendie, c'était évidemment heurter toutes les habitudes reçues, et provoquer des craintes sans nombre, assez fondées d'ailleurs à une époque où l'expérience n'avait rien dit encore sur l'innocuité de telles dispositions. Ces premières difficultés auraient pu à la rigueur s'éva-

nouir devant la pratique, si le gaz proposé avait offert dans ses qualités des avantages évidents. Mais loin de là, obtenu par les procédés mis en usage à cette époque, le gaz de Winsor présentait toutes sortes de défauts : son odeur était fétide, il attaquait les métaux, il donnait naissance en brûlant à de l'acide sulfureux ; enfin on ne connaissait pas les moyens de prévenir les explosions qu'il occasionne lorsqu'il se mélange accidentellement avec de l'air atmosphérique. Toutes ces conditions si défavorables auraient fait reculer le spéculateur le plus hardi : elles n'arrêtèrent pas Winsor. En effet, tout semblait se réunir chez cet homme singulier pour en faire le type de l'industriel audacieux, qui, loin de céder aux résistances que soulèvent contre lui les intérêts contraires, y trouve un motif de plus de persister dans ses desseins, et qui, à force de hardiesse, de persévérance et de courage, par l'exagération de ses assertions, par des promesses quelquefois menteuses, finit par contraindre l'opinion de plier à ses vues. Tout ce que Winsor avança d'affirmations téméraires, de promesses chimériques, est presque inimaginable. Cependant ne blâmons pas trop haut ces manœuvres : c'est à elles que nous devons l'éclairage au gaz.

Winsor publia à Londres, en 1804, le prospectus d'une compagnie nationale pour la lumière et la chaleur. Il promettait à ceux qui déposeraient 100 fr. un revenu annuel de 12,450 fr., lequel, ajoutait-il, était probablement destiné à atteindre un jour dix fois cette somme. Comme on avait manifesté la crainte que l'extension de son système d'éclairage n'amenât peu à peu l'épuisement des mines de houille, Winsor déclarait avec assurance que le coke, résidu de la distillation de la houille, donnerait deux fois plus de chaleur en brûlant que le charbon qui l'avait fourni.

Le capital de 1,250,000 fr., demandé par Winsor, fut entièrement souscrit ; mais cette somme, au lieu de produire les

revenus fabuleux que l'on avait annoncés, fut tout entière absorbée par les expériences.

Winsor ne se découragea pas. Appuyé par une commission de vingt-six membres choisis parmi ses anciens actionnaires, et qui se composait de banquiers, de magistrats, de propriétaires, d'un médecin et d'un avocat, il enchérit si bien sur ses premières affirmations, qu'il se fit accorder une somme de 480,000 fr. pour continuer ses expériences.

Mais ce premier résultat ne suffisait point. Le grand but à atteindre, c'était d'obtenir du roi une *charte d'incorporation* de la société. Pour y parvenir, Winsor ne devait reculer devant aucun moyen.

Le problème de l'épuration du gaz était encore bien loin d'être résolu; les produits qu'on obtenait étaient d'une impureté extrême, leur qualité toxique et leur action fâcheuse sur l'économie étaient de toute évidence. Cependant Winsor n'hésitait pas à proclamer que son gaz était doué d'une odeur des plus agréables, et que, loin de redouter les fuites qui pourraient se produire dans les tuyaux, il viendrait un jour où l'on y pratiquerait tout exprès une petite ouverture, afin de pouvoir respirer continuellement son odeur. A l'entendre, le gaz était encore un remède excellent; il jouissait de propriétés sédatives éminemment utiles contre les irritations de poitrine. « Les médecins habiles, disait-il, recommandent d'en remplir des vessies et de les placer sous le chevet des personnes affectées de maladies pulmonaires, afin que, transpirant peu à peu de son enveloppe, il se mêle à l'air que respire le malade, et en corrige la trop grande vivacité. » Puis, se laissant aller sur cette pente, il ajoutait : « Dans le foyer même de l'exploitation, l'air, au lieu d'être infecté d'une fumée nuisible, ne contient que des atomes de goudron et d'huile en vapeurs, d'acide acétique et d'ammoniaque. Or on sait que chacune de ces substances est un antiseptique. L'eau goudronnée s'emploie comme

médicament à l'intérieur ; les huiles essentielles sont aussi utiles qu'agréables à respirer ; l'acide acétique ou vinaigre est un antiputride, et l'ammoniaque est, comme l'hydrogène, un puissant sédatif. » Il terminait en disant que les navigateurs qui entreprennent des voyages de long cours feraient bien d'emporter, à titre de substance hygiénique, quelques tonneaux des résidus provenant de la fabrication du gaz.

Notre industriel avait à lutter à cette époque à peu près contre tout le monde. Les résultats fâcheux de ses premiers essais avaient laissé dans tous les esprits une impression très défavorable. D'un autre côté, Murdoch, irrité de se voir contester par un rival ses droits d'inventeur, lui suscitait mille entraves. La plupart des savants, qui ne pouvaient connaître encore toutes les propriétés du gaz de l'éclairage et le moyen de parer à ses dangers, se réunissaient pour combattre le novateur, qui, fort ignorant lui-même en ces matières, ne faisait que fournir des armes à ses contradicteurs par ses réponses erronées. Un savant, qui nous est connu par un *Traité des manipulations chimiques* traduit en français, M. Accum, se distinguait entre tous par l'insistance et la force de ses objections. Il prouvait que le gaz, tel que le préparait Winsor, était d'un emploi difficile, d'un maniement dangereux, et qu'il devait exercer sur l'économie une action très nuisible.

Toutes ces critiques, qui agissaient de la manière la plus fâcheuse sur l'esprit du public anglais, n'ébranlèrent pas un instant les projets ni la ferme assurance de Winsor.

Le 1er mars 1808, il convoqua les actionnaires de sa compagnie. Il exposa les travaux exécutés jusque-là et l'état présent de l'exploitation. N'ayant pu obtenir l'autorisation d'éclairer les principales places de Londres, on avait dû se borner à l'éclairage de la grande rue *Pall-Mall.* Winsor annonçait en outre qu'il avait adressé au roi un mémoire, dans lequel il demandait pour la compagnie le privilége exclusif de l'exploita-

tion de sa découverte dans toute l'étendue des possessions britanniques. Le mémoire présenté à George III promettait un bénéfice de 670 pour 100 sur les fonds avancés. Mais le roi avait répondu « qu'il ne pouvait accorder la charte d'incorporation demandée par le mémoire qu'après que l'on aurait obtenu du parlement un bill qui autorisât la société. »

Sur cette déclaration, une enquête fut ouverte le 6 mai 1809, devant la chambre des communes. Dans cet intervalle, Winsor n'avait pas perdu son temps. Par son insistance infatigable, par sa remuante activité, il avait fini par multiplier singulièrement le nombre des partisans du gaz ; l'opinion publique commençait à fléchir du côté de ses idées. Ce n'est du moins que par cette conversion unanime que l'on peut expliquer ce qui se passa devant la commission d'enquête de la chambre des communes. Tous les témoignages invoqués, toutes les autorités consultées, se montrèrent favorables au nouveau système d'éclairage. Winsor fit comparaître d'abord des vernisseurs qui employaient beaucoup d'asphalte étranger, et qui vinrent affirmer que le goudron ou l'asphalte du gaz donnait un noir d'un lustre bien supérieur, qu'il se dissolvait et séchait plus vite, et pouvait être employé sans mélange avec la résine. Des teinturiers vinrent ensuite annoncer que les eaux ammoniacales provenant de l'épuration du gaz l'emportaient de beaucoup sur les préparations analogues dont ils faisaient usage dans leurs ateliers. Un contre-maître de calfats déclara le goudron de Winsor bien supérieur aux produits de ce genre d'une autre origine. Un chimiste vint faire savoir que l'ammoniaque, appelée à remplacer le fumier, rendrait un jour à l'agriculture des services immenses. Enfin, les membres de la commission d'enquête ayant demandé à recueillir, sur ces différents sujets, l'avis d'un chimiste spécialement versé dans la connaissance des propriétés du gaz de l'éclairage, Winsor n'hésita pas à désigner, pour remplir cet office, M. Accum, c'est-à-dire précisé-

ment le savant qui jusque-là avait le plus vivement combattu ses idées par ses discours et ses écrits. A l'étonnement général, M. Accum déclara en réponse aux questions qui lui furent posées par sir James Hall, président de la commission d'enquête, que le gaz obtenu par Winsor n'avait aucune mauvaise odeur, qu'il brûlait sans fumée, enfin que le coke, formant le résidu de sa fabrication, était supérieur à toutes les autres qualités de ce combustible existant sur les marchés.

En dépit de ce concours inattendu de témoignages favorables, le bill d'autorisation fut refusé par la chambre des communes.

Winsor se tourna alors vers la chambre des pairs. En 1810, la comédie qui avait été jouée devant la chambre des communes, recommença presque dans les mêmes termes devant la chambre des lords. Elle eut cette fois un résultat plus heureux, car le bill d'incorporation, approuvé par la chambre haute, reçut l'assentiment du roi. La compagnie de Winsor obtint le privilége exclusif de l'éclairage au moyen du gaz *light*, et son capital fut fixé à 5 millions. Elle commença alors à entrer d'une manière étendue et régulière dans l'exploitation de l'éclairage. Les appareils pour l'épuration et pour la distribution du gaz, les formes les plus convenables pour la disposition des becs, tout ce qui se rattachait directement à la pratique de cette industrie nouvelle fut soumis à des expériences suivies, qui finirent par porter l'ensemble de ses procédés à un état de perfection remarquable. Un ingénieur, M. Clegg, se distingua par des innovations heureuses universellement adoptées aujourd'hui.

Cependant tous ces essais ne pouvaient s'exécuter sans devenir la source de dépenses considérables, et jusqu'à l'année 1816 la compagnie se traîna sans faire de pertes ni de bénéfices. Il fut reconnu à cette époque que la société allait être ruinée si l'on n'augmentait ses priviléges et si on ne lui accor-

dait à perpétuité l'exploitation de l'éclairage dans toute la Grande-Bretagne.

Pour atteindre ce but suprême, Winsor mit tous les ressorts en jeu. Un nouveau comité d'enquête ayant été institué auprès de la chambre des communes, il fit de nouveau passer sous les yeux de la commission une série de témoins officieux qui rendirent aux qualités du gaz un hommage sans réserve. Tout le monde demanda que la nouvelle industrie fût encouragée. Les marchands et les manufacturiers assurèrent tous que le gaz avait des avantages bien supérieurs à ceux de l'huile; il n'y eut pas jusqu'aux agents de police qui vinrent déclarer que le gaz était pour eux un puissant auxiliaire, et qu'à sa clarté ils apercevaient bien mieux un voleur. Ce qu'il y avait de sérieux dans ces témoignages, et ce qui frappa surtout le parlement, c'est que l'établissement de ce système d'éclairage devait créer en Angleterre, avec de nouveaux débouchés pour les houilles du pays, d'autres produits nouveaux tels que du goudron, des huiles minérales, des sels ammoniacaux, etc., susceptibles de recevoir dans l'industrie des applications utiles.

Il restait néanmoins un point essentiel à éclaircir. On avait signalé beaucoup d'explosions dans les boutiques de Londres, et la commission d'enquête voulait être bien édifiée sur ce fait. On demanda, en conséquence, des renseignements positifs sur les chances d'explosion que présente un mélange de gaz et d'air atmosphérique. Avec son assurance accoutumée, Winsor répondit que, dans sa propre maison, en présence de Humphry Davy et de sir James Hall, on était entré avec une bougie allumée, sans provoquer de détonation, dans une chambre bien fermée et qui avait été remplie de gaz pendant trois jours et trois nuits. Enchérissant sur cette première assertion, il ajouta que l'expérience avait été répétée sans accident après avoir rempli la chambre de gaz pendant sept jours et sept nuits. Et comme les membres de la commission, élevant quelques doutes

sur ce fait, demandaient quel était l'homme assez courageux pour avoir tenté une pareille épreuve : « C'est moi ! » répondit Winsor.

Avec de tels procédés, avec une manière si hardie de lever les obstacles, le succès ne pouvait être douteux. Un bill définitif, réglant les derniers priviléges de la compagnie, fut accordé le 1er juillet 1816 et sanctionné par George III. On donna à la société dirigée par Winsor l'autorisation d'élever à 10 millions son capital, qui plus tard s'éleva jusqu'à 22 millions. La *Compagnie royale* s'organisa dès ce moment d'une manière définitive. On établit dans le quartier de Westminster trois grands ateliers d'éclairage. Plusieurs autres usines s'élevèrent bientôt, par les soins de la même compagnie, dans les faubourgs de Londres et dans plusieurs villes de la province. Enfin l'éclairage par le gaz prit en quelques années un tel développement en Angleterre, qu'en 1823 il existait à Londres plusieurs compagnies puissantes, et que celle de Winsor avait posé à elle seule cinquante lieues de tuyaux.

La faveur qui avait accueilli en Angleterre les premiers établissements du gaz *light* inspira à Winsor la pensée de transporter en France cette industrie. Ce projet, dont nous recueillons aujourd'hui les bénéfices, devait lui causer d'amers regrets. Les luttes dont il avait triomphé dans son pays furent surpassées par celles qu'il eut à combattre parmi nous, et qui consommèrent sa ruine.

Winsor vint à Paris en 1815. La rentrée de l'empereur et les troubles des cent-jours apportèrent un premier obstacle à ses projets. Ce ne fut que le 1er décembre qu'il put obtenir le brevet d'importation qu'il avait demandé. Lorsqu'il s'occupa ensuite de mettre sérieusement ses vues en pratique, il trouva à Paris une résistance presque universelle, et qui aurait été de nature à déconcerter un homme moins habitué que lui à mépriser et à combattre les sentiments publics. Dans cette croi-

sade que beaucoup de savants français entreprirent contre les idées de l'importateur du gaz, l'Institut lui-même occupa une place que l'on voudrait pouvoir dissimuler pour l'honneur du premier corps savant de l'Europe. Ce qui rend moins excusables encore ces discussions opiniâtres qui durèrent plusieurs années, c'est le peu de valeur des arguments que l'on invoquait. On prétendait que les houilles du continent seraient tout à fait impropres à la production du gaz, assertion dont la pratique ne tarda pas à démontrer l'erreur. On ajoutait que l'introduction du gaz porterait à l'agriculture française un dommage considérable, en ruinant l'industrie des plantes oléagineuses : tous les principes de l'économie publique faisaient justice de cette dernière appréhension. Clément Desormes, savant et manufacturier habile, alla jusqu'à avancer que le gaz de l'éclairage ne pourrait jamais être adopté en France, en raison des dangers auxquels il expose. Les gens de lettres eux-mêmes se mettaient de la partie, et Charles Nodier se fit remarquer par la vivacité de ses attaques.

Pour combattre les préventions que jetait dans le public la résistance des savants, Winsor pensa qu'il était nécessaire de parler d'abord à l'esprit. Voulant ramener à lui l'opinion et rectifier des faits dénaturés, il publia en 1816 une traduction du *Traité de l'éclairage au gaz* de M. Accum, *augmenté*, comme il est dit sur le frontispice, par F.-A. Winsor, *auteur du système d'éclairage par le gaz en Angleterre, fondateur de la compagnie incorporée par charte royale à Londres, et brevetée par Sa Majesté pour l'emploi de ce système en France.* Cependant cet ouvrage ne réussit qu'à demi à dissiper des erreurs trop fortement accréditées.

N'ayant pu convaincre en s'adressant à l'esprit, Winsor se décida à parler aux yeux. Pour attirer l'attention du public, il fit à ses frais un petit établissement, et donna un spécimen du nouvel éclairage dans un salon des Panoramas. Cette exhibition

eut le résultat qu'il attendait. Il reçut une offre d'association de MM. Darpentigny et Perrier, propriétaires d'une fonderie ; on lui proposait de confectionner et d'établir ses appareils à Chaillot. La faillite de cette maison, survenue peu de temps après, empêcha de donner suite à ce projet.

Une seconde compagnie se présenta. Mais les actionnaires demandaient, avant de rien conclure, que le passage des Panoramas fût éclairé tout entier. Cet essai décisif fut exécuté par Winsor et terminé en janvier 1817. Le public put dès lors se convaincre de la supériorité de ce nouveau système d'éclairage, et l'opinion se prononça en sa faveur d'une manière non douteuse. Les marchands du Palais-Royal suivirent l'exemple de ceux du passage des Panoramas, et Winsor reçut une demande de plus de quatre mille becs. Il y eut en même temps une grande émulation pour obtenir des actions dans l'entreprise. Le capital de la société fut constitué au chiffre de 1,200,000 fr. Le grand référendaire de la chambre des pairs était à la tête des actionnaires, et il exigea en cette qualité que l'on commençât par éclairer le palais du Luxembourg.

Malheureusement Winsor, dont l'esprit remuant et actif était éminemment propre à faire réussir le principe d'une entreprise industrielle, était loin de posséder les qualités qui sont nécessaires pour administrer une exploitation importante. Au bout de deux ans, la compagnie s'affaissait sous le poids des difficultés, et elle dut se mettre en liquidation après avoir établi seulement l'éclairage du Luxembourg et celui du pourtour de l'Odéon. Le matériel fut adjugé pour la somme de 167,000 fr. à M. Pauwels, qui, dans le milieu de l'année 1820, créa une nouvelle société. Plus tard, cette compagnie s'est mise elle-même en liquidation, mais elle est aujourd'hui en pleine prospérité. Elle porte le nom de *Compagnie française*, et siége dans le faubourg Poissonnière.

Louis XVIII, qui voulait attacher son nom au souvenir de

quelque création sérieuse, voyait avec peine la décadence en France d'une industrie déjà florissante en Angleterre. On n'eut donc pas de peine à obtenir de la liste civile les fonds nécessaires pour continuer l'éclairage du Luxembourg et d'autres quartiers. Le roi devint ainsi par le fait entrepreneur d'éclairage. Lorsque cette circonstance fut connue à la cour, on s'empressa de souscrire des actions, et de là est venu le nom de *Compagnie royale* que porta cette société. Cependant lorsque le but qu'il s'était proposé se trouva atteint, Louis XVIII comprit qu'il était à bout de son rôle, et il ordonna la vente de l'usine, qui fut adjugée pour la moitié de la somme qu'elle avait coûtée. La compagnie qui se forma établit son siége près de la barrière des Martyrs. Elle n'a point prospéré néanmoins, et, après sa liquidation, le résidu de son capital s'est réuni à celui de la compagnie anglaise, Manby Wilson. En définitive, il existe aujourd'hui à Paris huit compagnies d'éclairage distribuées selon le périmètre des circonscriptions arrêtées par l'administration municipale. L'organisation de ces divers établissements et la disposition des tuyaux de conduite ont exigé un capital de trente millions.

CHAPITRE II.

Procédés employés pour la préparation et l'épuration du gaz de l'éclairage. — Gaz de la houille. — Gaz retiré de l'huile, de la résine et de l'eau. — Gaz portatif. — Avantages de l'éclairage au gaz.

Toutes les matières organiques qui présentent dans leur composition une prédominance de carbone et d'hydrogène, fournissent, étant soumises à l'action d'une haute température, des gaz inflammables doués d'un certain pouvoir éclairant.

Mais les substances qui peuvent se prêter avec économie à la fabrication du gaz de l'éclairage sont peu nombreuses. La houille est le composé qui présente à beaucoup près les meilleures conditions sous ce rapport. Les huiles de qualité inférieure, l'huile de poisson, les graisses altérées, la résine, donnent un gaz doué d'un pouvoir éclairant considérable, mais dont le prix de revient est assez élevé. La décomposition de l'eau au moyen du fer ou du charbon fournit un gaz qui présente, sous le rapport de la pureté, une supériorité incontestable. Enfin certaines matières organiques constituant des résidus sans emploi, telles que les matières grasses extraites des eaux savonneuses des fabriques de drap, la tourbe, la lie de vin, les débourrages de cardes et les huiles de schiste, peuvent encore servir à cette fabrication. Mais de toutes ces substances, la houille est encore le produit qui présente les meilleures conditions sous le rapport économique, en raison de cette circonstance importante, que la vente du coke qui forme le résidu de sa fabrication suffit à couvrir son prix d'achat. Examinons rapidement les procédés qui servent à la préparation du gaz de l'éclairage au moyen de la houille.

Pour obtenir le gaz de la houille, on place cette matière dans de grandes *cornues* disposées, au nombre de trois ou de cinq, dans un large fourneau de briques. Ces cornues, qui peuvent contenir une centaine de kilogrammes de houille, ont à peu près la forme d'un demi-cylindre allongé; leur section représente un rectangle à angles arrondis de 66 centimètres de large et de 33 centimètres de haut. Elles sont de fonte ou de terre réfractaire. Les cornues de terre, qui coûtent environ un tiers de moins que celles de fonte, durent plus longtemps que celles-ci, et ne sont pas attaquées à l'extérieur par l'air et les produits de la combustion; mais elles résistent moins que les cornues métalliques aux changements de température, ce qui oblige à les faire fonctionner sans interruption, afin d'éviter leur rupture par suite

du refroidissement. Au bout d'un certain temps de service, il se forme à l'intérieur des cornues de terre ou de fonte, des incrustations de charbon provenant du goudron, et l'on est obligé d'interrompre de temps en temps la fabrication du gaz pour détruire ces dépôts, ce qui se fait simplement en continuant à chauffer la cornue librement ouverte à ses deux extrémités : le courant d'air fait disparaître, en les brûlant, les incrustations charbonneuses.

Le degré de la température à laquelle on soumet la houille influe beaucoup sur la quantité et sur la nature du gaz produit. L'expérience a montré que la température la plus convenable est le *rouge-cerise vif*. A une température trop basse, ou élevée trop lentement, une partie du goudron se volatilise sans décomposition, et se condense dans le premier réfrigérant sans produire de gaz. Si la température est trop élevée, le gaz hydrogène bicarboné dépose une partie de son carbone en touchant les parois trop échauffées de l'appareil, et devient moins éclairant.

Toutes les espèces de houille ne donnent pas la même quantité de gaz. Le *cherry-coal*, ou la houille de Newcastle, que l'on emploie surtout en Angleterre, donne environ 320 litres de gaz par kilogramme ; la qualité moyenne du charbon anglais n'en fournit guère cependant que 210 litres. La houille dure de Mons, qui est employée dans le nord de la France, donne de 200 à 260 litres d'un gaz d'une assez grande pureté. La houille grasse de Saint-Étienne en fournit de 200 à 270 litres, mais elle contient beaucoup de principes sulfureux qui altèrent la qualité du gaz.

Les produits de la décomposition de la houille sont très nombreux. Au moment où il sort de la cornue, le mélange gazeux renferme les composés suivants : hydrogène bicarboné — hydrogène protocarboné — hydrogène pur — oxyde de carbone — acide carbonique — hydrogène sulfuré — sulfure

de carbone — sels ammoniacaux — huiles empyreumatiques — goudron — et divers carbures d'hydrogène volatils. Quand il est mêlé à ces différents produits, le gaz ne présente qu'un très faible pouvoir éclairant, son odeur est infecte, il exerce sur l'économie une action fâcheuse, il attaque et noircit les métaux et les peintures dont l'oxyde de plomb est la base, il répand en brûlant beaucoup de fumée et fait éprouver une altération sensible aux couleurs délicates de nos étoffes. Ces différents effets sont dus à l'ammoniaque, aux huiles empyreumatiques, au sulfure de carbone, mais surtout à l'hydrogène sulfuré ou acide sulfhydrique, qui, en outre des résultats fâcheux qu'il occasionne à l'état de liberté, donne naissance, lorsqu'il brûle, à de l'acide sulfureux, composé des plus nuisibles pour nos organes. Il faut donc débarrasser le gaz des produits qui le souillent, éliminer toutes les substances étrangères dont il est mêlé et ne conserver que l'hydrogène bicarboné, le seul qui soit d'un effet utile pour l'éclairage. Voici l'ensemble des moyens employés aujourd'hui pour procéder à cette purification.

Le long du fourneau et à sa partie supérieure, ou quelquefois sur le sol même, règne un large tube de fonte à moitié rempli d'eau et qui porte le nom de *barillet*. En sortant de chaque cornue, les tubes qui conduisent le gaz se rendent dans le barillet et viennent plonger dans l'eau qu'il renferme. Le goudron et les sels ammoniacaux se déposent en partie dans ce premier réfrigérant, qui sert encore à isoler chaque cornue, de telle sorte que les divers accidents qui peuvent arriver à l'une d'elles ne puissent influer en rien sur le travail général.

La totalité du goudron n'est pas arrêtée dans le barillet et les composés ammoniacaux ne le sont qu'en partie. Pour enlever plus complétement ces produits, le gaz, en sortant du barillet, est amené par un tube de fonte dans un long système de tuyaux appelé *condenseur*. C'est une série de tubes de fonte

d'un diamètre médiocre disposés verticalement et très rapprochés les uns des autres. Tous ces tubes plongent dans une boîte de fonte, sous une couche d'eau de quelques centimètres. Les sels ammoniacaux se dissolvent dans l'eau, le goudron s'y condense, en même temps le gaz se refroidit en parcourant la surface étendue que présente la série de ces tuyaux.

Ainsi débarrassé du goudron, le gaz conserve encore l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique, le sulfure de carbone et une partie des sels ammoniacaux; c'est pour le priver de ces diverses substances qu'on le dirige, à l'aide d'un tube, dans un nouvel appareil appelé *dépurateur*.

Le dépurateur employé autrefois se composait de cuves à demi remplies d'un lait de chaux, ou chaux délayée dans l'eau, dans lesquelles venait plonger le tube conducteur. Ce liquide absorbait l'hydrogène sulfuré en produisant du sulfure de calcium ; il s'emparait en même temps de l'acide carbonique en formant du carbonate de chaux; enfin la chaux décomposait les sels ammoniacaux, et l'ammoniaque libre provenant de cette décomposition pouvait être ensuite absorbée à son tour en faisant passer le gaz dans une eau faiblement acidulée ; pour hâter l'absorption de l'acide carbonique, on multipliait les contacts du gaz avec la lessive calcaire en imprimant de l'agitation au liquide. Ce moyen d'épuration était parfait, mais il avait l'inconvénient d'augmenter la pression dans les cornues ; il était difficile en outre de se débarrasser des liquides provenant de l'opération; il fut abandonné et l'on purifia le gaz en le faisant passer dans de vastes caisses de fonte remplies de foin ou de mousse saupoudrés, couche par couche, de chaux éteinte. L'opération put s'effectuer ainsi sans augmenter la pression dans les appareils.

Dans la plupart des usines, la dépuration s'opère aujourd'hui au moyen de grandes caisses de fonte ou de tôle, divisées en deux compartiments par un diaphragme vertical; dans

chaque compartiment, on place quatre ou cinq claies ou tamis de fer sur lesquels on répand de la chaux éteinte en poudre, en couche de 8 à 10 centimètres. Le gaz arrive par la partie inférieure de l'un des compartiments et sort par la partie inférieure de l'autre : il est forcé ainsi de se tamiser deux fois à travers plusieurs couches de chaux. Chacune des caisses est fermée par un couvercle dont les bords plongent dans une gorge remplie d'eau, afin d'obtenir une occlusion complète et d'empêcher le gaz de s'échapper à travers les jointures. Quand on veut vider la chaux qui a servi à l'épuration et la remplacer par de nouvelle, ce couvercle est enlevé, puis replacé à l'aide d'une chaîne qui passe sur une poulie et s'enroule sur un treuil.

La purification du gaz au moyen de la chaux, telle qu'on l'exécute aujourd'hui dans la plupart des usines de Paris, n'est pas complète ; le gaz conserve du sulfhydrate d'ammoniaque, et de plus un peu d'ammoniaque mise en liberté par la chaux ; en outre, la chaux provenant de l'épuration exhale une odeur infecte qui incommode le voisinage lorsqu'on vide les caisses ou quand on transporte les résidus.

M. Mallet, ancien professeur de chimie à Saint-Quentin, a imaginé, en 1841, un nouveau procédé d'épuration qui permet d'obvier à ces divers inconvénients. Ce procédé consiste à employer des dissolutions de sels de peu de valeur, tels que le sulfate de fer, ou le chlorure de manganèse qui reste comme résidu de la fabrication du chlore. Le gaz vient se laver dans ces liqueurs, qui le dépouillent de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Il s'opère entre les sels métalliques d'une part, et d'autre part entre l'hydrogène sulfuré et les sels ammoniacaux, une double décomposition : il se forme un sulfate ou un chlorhydrate d'ammoniaque soluble, et il se précipite du sulfate ou du carbonate de fer ou de manganèse. L'opération s'exécute d'une manière métho-

dique. La dissolution saline est placée dans trois vases de fonte ou de tôle communiquant entre eux au moyen d'un tube. Les dissolutions sont de force inégale : la première et la seconde, provenant d'une opération antérieure, ont déjà servi à épurer le gaz et sont en partie saturées ; la troisième, destinée à compléter le lavage, n'a pas encore servi, et jouit par conséquent de toute son action : au bout d'un certain temps, la saturation étant achevée dans le premier laveur, on en retire le liquide, qu'on remplace par celui du second ; dans celui-ci on met la dissolution provenant du troisième laveur, lequel reçoit enfin une nouvelle quantité de chlorure de manganèse ou de sulfate de fer.

Le procédé de M. Mallet est appliqué à Saint-Quentin et à Roubaix ; il a été l'objet d'un rapport favorable à l'Académie des sciences. La pratique a montré en effet que ce moyen de lavage permet de débarrasser entièrement le gaz de l'hydrogène sulfuré et de l'ammoniaque. Par suite de l'absence des produits ammoniacaux dans le gaz purifié, les appareils qui servent à le conserver se détériorent moins rapidement ; la consommation de la chaux est diminuée ; enfin, le prix des sels ammoniacaux recueillis compense les frais de l'opération. Disons néanmoins que, bien que cette méthode de purification du gaz ait été accueillie par les savants avec beaucoup de faveur, elle n'a jamais été mise en usage à Paris, en raison de la difficulté que présente dans les usines le maniement des liquides, et de l'augmentation de pression qu'elle occasionne dans les appareils.

M. de Cavaillon a récemment consacré avec succès le plâtre humide à l'épuration du gaz de l'éclairage. Le plâtre provenant des plâtras retirés des vieux enduits abattus dans les démolitions est mis en poudre, réduit en pâte avec de l'eau, et placé sur des claies de fer ou d'osier dans un dépurateur de forme ordinaire. Le sulfate de chaux qui constitue le plâtre, enlève au

gaz le carbonate d'ammoniaque par une double décomposition chimique : il se fait du carbonate de chaux insoluble et du sulfate d'ammoniaque qui reste dissous dans l'eau. Le plâtre qui a servi à l'épuration est mis à part pour en retirer le sulfate d'ammoniaque, dont le prix est assez élevé. Il suffit de lessiver ces résidus avec de l'eau, celle-ci se charge du sulfate d'ammoniaque ; il ne reste plus qu'à évaporer cette liqueur pour obtenir le sel cristallisé. 1,000 kilogrammes de houille soumis à la distillation fournissent, selon M. Payen, 6 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque. Cependant le gaz n'est pas dépouillé par ce moyen de l'hydrogène sulfuré ; il faut donc le débarrasser de ce produit en le faisant passer dans un second dépurateur contenant de la chaux. Ce procédé d'épuration est mis en usage à Paris dans l'usine de la *Compagnie française.*

Un nouveau moyen d'épuration du gaz de l'éclairage, fondé sur un ensemble très curieux de réactions chimiques, commence à être mis en usage en Angleterre et dans quelques usines de Paris. Ce procédé consiste dans l'emploi, sous forme sèche, de certains composés, ou sels métalliques. Le gaz arrive dans un premier dépurateur contenant du chlorure de calcium destiné à lui enlever, par une double décomposition chimique, le carbonate d'ammoniaque. Il passe ensuite dans un second dépurateur qui renferme un mélange d'oxyde de fer et de carbonate de chaux, divisé par de la sciure de bois. L'hydrogène sulfuré du gaz est transformé en sulfure par l'oxyde de fer. Mais le sulfure de fer ainsi produit étant abandonné quelques heures au contact de l'air, s'y change en sulfate par l'absorption de l'oxygène atmosphérique. Ce sulfate de fer décompose alors le carbonate de chaux qui fait partie du mélange, et par suite d'une réaction chimique bien connue, il se produit du sulfate de chaux et de l'oxyde de fer. Ainsi, l'oxyde de fer, transformé d'abord en sulfure, peut se régénérer et servir un très grand nombre de fois

à priver le gaz de son hydrogène sulfuré. Ce procédé, curieux en ce qu'il offre une série d'applications remarquables de faits purement chimiques, appartient à M. Lamming, chimiste anglais, qui l'exploite en Angleterre. L'usine de la *Compagnie de Belleville* l'emploie à Paris avec beaucoup de succès.

Purifié par l'un quelconque des divers moyens qui viennent d'être rapportés, le gaz de l'éclairage se rend dans le *gazomètre*, ou réservoir destiné à le contenir avant sa distribution. Cet appareil se compose de deux parties : la cuve destinée à recevoir de l'eau, et la cloche dans laquelle le gaz est emmagasiné.

En France, les cuves sont creusées dans le sol, bâties en maçonnerie solide, et revêtues d'un enduit imperméable à l'eau. En Angleterre et en Belgique, où le fer est à bas prix, ce sont des bassins circulaires formés de plaques de fonte assemblées avec des boulons. Construites de cette manière, les cuves peuvent être visitées de tous les côtés, et l'on peut réparer les fuites aussitôt qu'elles se manifestent. La cloche est toujours formée de plaques de forte tôle ; elle est recouverte d'une couche épaisse de goudron.

Il est essentiel que la cloche du gazomètre puisse facilement s'élever et descendre, afin que le gaz qui s'y trouve contenu ne soit pas soumis à une pression trop forte ; car cette pression, en se propageant dans tout l'appareil et même jusqu'aux cornues, pourrait provoquer des fuites de gaz ou modifier la décomposition de la houille. Le moyen adopté pour la suspension du gazomètre consiste ordinairement en une chaîne adaptée à la cloche, qui, glissant sur deux poulies, est munie à son extrémité de poids de fonte en quantité suffisante pour faire à peu près équilibre au gazomètre. Le poids de la chaîne et celui de la cloche sont calculés de manière que l'équilibre subsiste toujours à mesure que la cloche, sortant de l'eau et par conséquent augmentant de poids, puisse diminuer de poids

dans le même rapport à l'aide de la portion de chaîne qui s'enroulant sur les deux poulies, vient passer du côté des contrepoids de fonte et s'ajouter ainsi à leur poids primitif.

En sortant du gazomètre, le gaz est amené par un large tuyau aux conduits de distribution. Les tuyaux de conduite, à la sortie de l'usine présentant une large capacité, sont toujours de fonte; ceux qui servent aux embranchements peuvent être de plomb ou de tôle bituminée. Les tubes de verre ou de poterie présentent des avantages dans certaines localités. Quant aux tubes d'un plus petit diamètre qui servent à introduire le gaz dans l'intérieur des maisons, ils sont toujours de plomb.

Les becs employés pour la combustion du gaz dans l'éclairage offrent en général la forme suivante : l'extrémité du tube conducteur se bifurque et amène le gaz dans un double cylindre creux aboutissant à une petite couronne métallique percée de trous qui donnent issue au gaz. L'air passe à la fois à l'extérieur et à l'intérieur de la couronne métallique, et se trouve ainsi mis en contact par un très grand nombre de points avec le jet de gaz dont il doit déterminer la combustion. Cette disposition, déjà ancienne, est connue sous le nom de *système d'Argand*. Les trous destinés à donner issue au gaz ont de un quart à un demi-millimètre de diamètre. Ils sont ordinairement au nombre de vingt et dépensent de 120 à 150 litres de gaz par heure. Le bec porte une galerie sur laquelle on pose une cheminée de verre qui favorise la combustion en provoquant un tirage. Quant aux becs qui servent à l'éclairage des rues, ils sont formés d'un petit tube épais à bout sphéroïde portant une fente étroite; le gaz, sortant en lame mince à travers cette fente, produit une flamme à surface développée qui imite à peu près la forme de l'aile d'un papillon.

A l'origine, les compagnies basaient la vente du gaz sur la durée de l'éclairage. Mais ce système était défavorable pour

elles en ce que l'abonné pouvait clandestinement prolonger le temps de son éclairage, ou bien consommer une trop grande quantité de gaz, en employant, malgré les inconvénients qui en résultaient pour lui-même, une flamme de trop grandes dimensions. On a adopté maintenant d'une manière assez générale une mesure qui concilie tous les intérêts : on vend le gaz au volume. Lorsqu'il est livré dans ces conditions, il faut que les compagnies puissent, ainsi que le consommateur, déterminer exactement le volume de gaz brûlé. Tel est l'objet des appareils connus sous le nom de *compteurs*. La disposition de ces appareils varie beaucoup, mais leur construction repose toujours sur le même principe. Une capacité de dimensions connues se remplit de gaz et s'en vide alternativement ; un tuyau amène le gaz dans un auget intérieur rempli d'eau, cet auget se soulève et lui permet de se répandre dans la partie supérieure de l'appareil, d'où il s'échappe par un tube qui le conduit aux becs ; en même temps un second auget se remplit de la même manière. Pendant tout le temps de son passage, le gaz imprime un mouvement de rotation à une roue à laquelle les deux augets sont attachés, et au moyen de rouages communiquant avec un cadran extérieur gradué, on peut connaître le volume du gaz brûlé d'après la capacité des augets et le nombre de révolutions indiqué par l'aiguille du cadran.

Les détails précédents sur l'extraction du gaz de la houille rendront tout développement inutile pour ce qui concerne la préparation du gaz au moyen de l'*huile* ou de la *résine*.

Le gaz hydrogène bicarboné, qui prend naissance par suite de la décomposition de l'*huile* ou d'autres corps gras soumis à l'action d'une température élevée, est d'une assez grande pureté, ou du moins il ne renferme aucun de ces gaz sulfurés ou de ces produits ammoniacaux qui rendent si difficile et si longue l'épuration du gaz de la houille. Tout l'appareil nécessaire pour la préparation du gaz de l'huile se réduit donc à la cornue, au

dépurateur à chaux destiné à absorber l'acide carbonique, et au gazomètre. Dans la cornue, qui est d'ailleurs la même que celle qui sert à la préparation du gaz de la houille, on place des fragments de coke. Ce coke n'est nullement destiné à produire une action chimique; il ne sert qu'à diviser l'huile qui tombe dans la cornue, et à faciliter sa décomposition par la chaleur en multipliant les surfaces de contact. L'huile se répand dans la cornue au moyen d'un tuyau communiquant avec un réservoir supérieur dont le niveau reste constant; arrivée dans la cornue, elle se trouve en contact avec le coke porté au rouge, et se décompose aussitôt en donnant naissance à du gaz hydrogène bicarboné, et à une petite quantité d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Le gaz, s'échappant par un tube, vient plonger dans un réservoir, où il dépose la majeure partie de l'huile non décomposée qu'il avait entraînée avec lui; il passe de là dans le dépurateur, qui le dépouille de son acide carbonique, et il se rend enfin dans le gazomètre.

Le gaz obtenu par la décomposition de l'huile jouit d'un pouvoir éclairant trois fois supérieur à celui du gaz de houille. Cependant, en dépit de cette circonstance, la question économique condamne son emploi. Le prix élevé des matières grasses, dans la plupart des pays, ne permet point de tirer parti de ce procédé, qui ne laisse aucun produit secondaire susceptible de couvrir, comme le coke, une partie de l'achat de la matière première. Pour diminuer l'inconvénient résultant du prix élevé de l'huile, on a essayé de distiller directement les graines oléagineuses elles-mêmes, mais on n'a obtenu, comme il était facile de le prévoir, que de mauvais résultats. Les graines végétales produisent, en se décomposant par l'action du feu, beaucoup de gaz oxyde de carbone, dont le pouvoir éclairant est presque nul.

Dans certaines circonstances, lorsque des matières grasses provenant d'une fabrique existent en abondance et forment des

résidus sans emploi, on peut les consacrer à la fabrication du gaz. M. D'Arcet a montré que l'on peut tirer parti, de cette manière, des eaux savonneuses qui proviennent du désuintage des laines. La ville de Reims a été longtemps éclairée par ce procédé.

Le gaz de la *résine* s'obtient par des moyens en tout semblables aux précédents. La résine, qui existe en abondance et à très bas prix dans les contrées du Nord, étant introduite, à l'état de liquéfaction, dans des cornues renfermant du coke incandescent, fournit un gaz très pur et qui jouit d'un pouvoir éclairant double de celui du gaz de houille.

Les chimistes savent que, quand on dirige un courant de vapeur d'eau sur du charbon porté au rouge, l'eau se décompose; il se forme de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène pur et de l'hydrogène carboné. Dans un mélange gazeux ainsi formé, l'hydrogène pur est le corps qui prédomine. Mais le pouvoir éclairant de l'hydrogène est presque nul, et l'on ne pourrait songer à tirer parti, pour l'éclairage, du gaz fourni par la décomposition de l'eau, s'il n'existait des moyens de communiquer artificiellement la propriété éclairante à un gaz naturellement dépourvu de cette propriété. Ces moyens existent, et ils sont assez nombreux. La propriété éclairante d'un gaz ne tient nullement à sa nature particulière, mais bien, comme l'a montré Humphry Davy, à une simple circonstance physique, au dépôt d'un corps solide dans l'intérieur de la flamme. Le gaz hydrogène bicarboné doit sa propriété éclairante à ce fait seul, que sa combustion s'accompagne d'un dépôt de charbon, lequel restant quelque temps contenu au sein de la flamme avant d'être brûlé, s'y trouve porté à une température assez élevée pour devenir lumineux. Tous les autres gaz, tels que l'hydrogène phosphoré, qui abandonnent également, pendant leur combustion, une substance solide fixe, jouissent de la propriété éclairante. Il résulte de là qu'il est facile de

communiquer le pouvoir éclairant à un gaz qui en est naturellement dépourvu. Si l'on mélange au gaz hydrogène, par exemple, la vapeur de certains liquides très chargés de charbon, tels que l'essence de térébenthine, l'huile de schiste ou divers autres carbures d'hydrogène volatils, on peut rendre sa flamme éclairante : l'essence de térébenthine ou l'huile de schiste produisent, en effet, en brûlant, un résidu de charbon qui, se déposant à l'intérieur de la flamme, y devient lumineux et réalise ainsi les conditions physiques nécessaires pour prêter à un gaz la propriété lumineuse. C'est là le moyen que Selligue avait mis en pratique dans son usine de Batignolles pour la préparation du gaz de l'éclairage au moyen de la décomposition de l'eau. Il décomposait l'eau dans une cornue au moyen du charbon de bois; les gaz ainsi obtenus venaient ensuite se mêler avec des vapeurs d'huile de schiste. Cependant la préparation du gaz au moyen de l'eau ne pouvait donner, avec les appareils employés par Selligue, des résultats avantageux au point de vue économique, et l'inventeur lui-même avait fini par y renoncer.

Des dispositions beaucoup plus convenables pour la préparation du gaz provenant de la décomposition de l'eau, ont été imaginées et sont employées aujourd'hui à Paris par M. Gillard. Par les procédés ingénieux et nouveaux imaginés par cet habile industriel, la préparation du gaz extrait de l'eau présente aujourd'hui des conditions extrêmement avantageuses, et le système qu'il a créé nous paraît constituer le progrès le plus sérieux que l'éclairage par le gaz ait reçu depuis un grand nombre d'années.

M. Gillard décompose l'eau dans des cornues de fonte à l'aide du charbon de bois. La vapeur d'eau provenant d'une chaudière est dirigée dans l'intérieur de la cornue à l'aide d'un tube qui s'étend le long de toute sa capacité; ce tube est percé de trous très petits qui donnent issue à la vapeur et la mettent

en contact avec le charbon incandescent. L'hydrogène pur est le produit principal qui prend naissance pendant la décomposition de l'eau dans les appareils de M. Gillard. Les rapports entre l'hydrogène et l'oxyde de carbone sont, en effet, dans la proportion de 92 du premier sur 8 du second. La quantité d'acide carbonique produit est très faible. Aussi l'épuration est-elle fort simple : on se contente de diriger le gaz dans un dépurateur contenant de la chaux pour le priver de l'acide carbonique ; il se rend ensuite directement au gazomètre. Pour lui communiquer le pouvoir éclairant qui lui manque, on interpose au milieu de la flamme un petit cylindre formé par un réseau de fils de platine très fins. La présence de ce corps étranger au milieu du gaz en combustion, réalise les conditions physiques qui sont nécessaires pour provoquer l'effet lumineux ; le *corbillon* de platine remplit, dans le gaz hydrogène pur, le même effet physique que produit, dans la flamme de l'hydrogène bicarboné, le dépôt de carbone dont sa combustion s'accompagne. Le gaz de l'eau présente ce fait assez curieux, que sa flamme est à peu près invisible ; on n'aperçoit que le réseau de platine porté au rouge blanc et qui répand le plus vif éclat. Aussi la lumière n'est-elle pas sujette à vaciller ; elle reste immobile même au milieu d'un courant d'air.

Le gaz extrait de l'eau est d'une pureté extrême ; il ne renferme aucun de ces produits sulfurés contenus trop souvent dans le gaz de la houille, et dont les effets sont si nuisibles aux métaux précieux. Aussi ce mode d'éclairage a-t-il été adopté dans les magasins et les ateliers de M. Christofle consacrés à la dorure et à l'argenture galvanique. Le gaz est préparé dans la maison même, car tout l'appareil n'exige qu'un petit emplacement.

En résumé, les moyens nouveaux imaginés par M. Gillard pour l'extraction du gaz de l'eau, constituent une découverte intéressante et qui mérite d'être encouragée. Il reste seule-

ment à vider la question du prix de revient, qui ne paraît pas encore tranchée en sa faveur.

Il nous reste à dire quelques mots du *gaz portatif* comprimé et non comprimé. Dans les premières années de l'emploi du gaz, on redoutait beaucoup les frais considérables qu'entraîne la *canalisation*, c'est-à-dire la distribution du gaz au moyen de canaux souterrains; on craignait de ne jamais couvrir les dépenses que nécessitaient la pose et l'achat des tuyaux. On eut donc l'idée de réduire le gaz à un petit volume en le comprimant, à une pression considérable, dans des réservoirs susceptibles d'être transportés. Mais les désavantages de ce système ne tardèrent pas à se manifester. La difficulté de comprimer le gaz à trente atmosphères sans amener de fuites, l'impossibilité d'obtenir, pendant la combustion, un écoulement de gaz constant, de manière que les dimensions de la flamme restassent les mêmes, enfin le danger qui résultait de l'emploi de ces appareils, obligèrent d'y renoncer. M. Faraday a prouvé, d'ailleurs, que la compression du gaz de l'éclairage donne naissance à divers carbures d'hydrogène liquides qui se forment aux dépens du gaz lui-même et amènent ainsi une perte notable de produit. Les établissements fondés à Paris pour l'exploitation du gaz comprimé ont depuis longtemps cessé leurs opérations.

M. Houzeau-Muiron, de Reims, a imaginé, depuis cette époque, de transporter à domicile le gaz *non comprimé* dans d'immenses voitures de tôle mince contenant de grandes outres élastiques et imperméables, munies d'un robinet et d'un tuyau. Quand il s'agit de distribuer le gaz au consommateur, le conducteur de la voiture fait agir une petite manivelle placée à l'extérieur; la manivelle serre des courroies qui compriment l'outre et chassent le gaz dans le gazomètre des particuliers. Ce système est en usage à Paris sur de petites proportions; il est principalement consacré au service de l'éclairage de quelques administrations publiques. L'usine pour la préparation du gaz

non comprimé est établie rue de Charonne. C'est le gaz de la résine ou de l'huile que l'on y prépare, en raison de la supériorité de leur pouvoir éclairant; ce système a été aussi quelque temps adopté à Rouen, à Marseille, à Sedan et à Reims. Il ne présente cependant aucun avantage particulier. Le gazomètre dont chaque consommateur doit être muni occupe une place considérable, et sa marche est difficile à régler. En outre, le gaz non comprimé ne peut présenter, sous le rapport économique, aucune supériorité sur le système établi pour le gaz de la houille, qui, chassé dans les tuyaux sous une faible pression, ne coûte aucun frais de transport. On peut dire, sous le rapport de l'économie, que l'on peut espérer de l'éclairage avec le gaz non comprimé, ce que M. Dumas dit à propos du gaz comprimé : « L'économie revient à peu près à celle qu'on pourrait attendre en remplaçant par des porteurs d'eau les tuyaux principaux de conduite que l'on établit à grands frais dans toutes les rues. »

Nous avons décrit l'ensemble des procédés qui servent à l'extraction du gaz de l'éclairage au moyen des diverses substances qui peuvent s'appliquer à sa préparation. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que le gaz de la houille est plus communément en usage. Le gaz de l'huile et celui de la résine se préparent dans un petit nombre d'usines, et le gaz extrait de l'eau, destiné sans aucun doute à un avenir sérieux, est encore d'une origine trop récente pour avoir pris de l'extension. En Angleterre, en France et en Belgique, le gaz de la houille est à peu près le seul employé.

La quantité de gaz consommée dans Paris en 1846 a été estimée à vingt-cinq millions de mètres cubes, qui ont été produits par environ cent mille tonnes de houille. On évalue à quatre-vingt-cinq mille le nombre de becs qui servent, dans cette ville, à l'éclairage public et particulier. Chaque bec brûle

en moyenne 140 litres de gaz par heure et produit une lumière égale à une fois et demie celle d'une lampe Carcel.

Chercher à démontrer la supériorité de l'éclairage au moyen du gaz sur les anciens systèmes d'éclairage, serait plaider une cause depuis longtemps gagnée. Nous nous bornerons donc à rappeler quelques chiffres qui donneront la mesure de sa supériorité.

Il est reconnu qu'un bec à gaz de la dimension adoptée par les compagnies, et qui est équivalent à un fort bec d'Argand, consomme par heure, terme moyen, 140 litres de gaz de houille, 58 à 60 litres de gaz de résine et 34 litres seulement de gaz de l'huile. D'où il résulte que, pour une soirée d'hiver commençant à quatre heures et finissant à onze, un bec consume : 1120 litres de gaz de houille, 464 à 480 litres de gaz de résine, et 272 litres de gaz de l'huile. Or, d'après M. Peclet, le prix d'une heure d'éclairage, à lumière égale, en prenant pour terme de comparaison la lampe Carcel, qui brûle 42 grammes d'huile à l'heure, revient à Paris, savoir :

			Cent.
Celle obtenue	de la chandelle des 12 au kilogramme	à	9,80
	de la chandelle des 16 au kilogramme		12,00
	de la bougie des 10 au kilogramme		48,60
	de l'huile, dans l'appareil le plus avantageux		5,80
	du gaz de l'huile ou de la houille		3,90

Il résulte de là que la lumière fournie par les bougies de cire est seize fois plus chère que celle du gaz, et que l'éclairage par le gaz présente une économie de près de moitié sur l'éclairage à l'huile, et des deux tiers sur celui du suif et de la chandelle. Ajoutons que les chiffres donnés ici par M. Peclet sont encore beaucoup au-dessous de la vérité, car ce physicien basait son calcul sur le prix de 72 centimes le mètre cube, prix trop élevé, attendu que les compagnies de gaz à Paris le livrent aujourd'hui aux consommateurs à 45 centimes.

Ce n'est pas seulement sous le rapport de l'économie que



l'éclairage au moyen du gaz offre des avantages marqués; son emploi met à l'abri d'un grand nombre d'inconvénients inséparables des anciens modes d'éclairage. Les chances multipliées d'extinction que présentaient autrefois les réverbères alimentés par l'huile, telle que la gelée, l'agitation de l'atmosphère, le défaut de mèches ou le mauvais entretien de l'appareil, n'existent plus avec le gaz. Dans l'intérieur des maisons, il permet d'éviter les ennuis du soin et de l'entretien des lampes, et les pertes qu'occasionne trop souvent la mauvaise qualité du combustible. Il offre aussi moins de chances d'incendie, surtout dans les ateliers où le nettoyage des lampes et le coupage des mèches, pendant leur ignition, provoquent des accidents fréquents, par suite de la négligence des ouvriers.

Cependant la fixité obligée des appareils à gaz présente, dans l'intérieur des habitations, un inconvénient capital qui annule, pour l'usage privé, presque tous les avantages de ce mode d'éclairage. Cette circonstance donne un prix particulier aux divers liquides combustibles proposés depuis quelques années pour l'éclairage domestique; et si l'on nous permet, en terminant, une courte digression, qui ne s'éloigne pas trop de notre sujet, nous ajouterons que l'*alcool térébenthiné*, improprement connu à Paris sous le nom de *gazogène* ou de *gaz liquide*, était digne, à ce point de vue, de la plus sérieuse attention. La blancheur et l'éclat de la flamme qu'il fournit, l'absence de fumée et d'odeur, la constance et l'invariabilité de la lumière qu'il émet pendant toute la durée de sa combustion, sont des conditions qui assurent à ce produit une grande supériorité. Sans pouvoir rivaliser d'une manière absolue avec le gaz sous le rapport de l'économie, l'*alcool térébenthiné* l'emporte de beaucoup à cet égard sur l'huile, et il obligerait, sans aucun doute, les compagnies de gaz à abaisser leurs prix. Malheureusement, cette industrie intéressante a été étouffée par les susceptibilités du fisc : le dégrèvement des droits sur l'al-

cool dénaturé a été vainement réclamé jusqu'ici. Sous le gouvernement de Louis-Philippe, les chambres avaient admis le principe de cette réclamation, en laissant seulement à l'administration le soin d'établir, par un règlement, les conditions et les bases de la dénaturation de l'alcool destiné aux arts et à l'industrie. Mais l'administration trouva insuffisants tous les moyens proposés de dénaturation. Il est cependant démontré jusqu'à l'évidence qu'un grand nombre de procédés permettraient de dénaturer l'alcool térébenthiné de manière à rendre rigoureusement impossible la revivification de l'alcool pour le faire servir à la boisson. Espérons que le gouvernement actuel prendra en considération sérieuse cette question, qui touche de près à la prospérité d'une partie du pays. Le dégrèvement des alcools dénaturés permettrait à cette industrie de prendre un très grand développement, et imprimerait ainsi à la fabrication de l'alcool une extension considérable. Les départements viticoles y trouveraient pour leurs produits un débouché considérable; les parties de la France qui préparent diverses matières propres à la fabrication de l'alcool, telles que le vin, la betterave et la pomme de terre, recueilleraient également, de l'adoption de cette mesure, un bénéfice sérieux. On sait, d'ailleurs, que les huiles et les suifs indigènes ne suffisent point à notre consommation, et que l'importation de ces produits étrangers se fait chez nous sur une grande échelle. On ne nuirait donc pas à l'agriculture nationale en permettant aux mélanges alcooliques de se substituer aux matières premières d'éclairage que nous tirons de l'étranger. L'éclairage au gaz a reçu en Angleterre des encouragements puissants dans le but de favoriser l'industrie des houilles, qui constituent la richesse du sol anglais. La propriété viticole est la véritable et la plus positive richesse de la France; il serait donc de l'économie politique la mieux entendue de ne négliger aucun des moyens de favoriser au milieu de nous son développement et ses progrès.

L'ÉTHÉRISATION.

L'ÉTHÉRISATION.

Divinum est opus sedare dolorem, a dit Hippocrate. Lorsque le père de la médecine exprimait cette idée, il parlait seulement de ces palliatifs insuffisants ou infidèles employés de son temps pour atténuer, dans le cours des maladies, les effets de la douleur. La découverte de l'éthérisation est venue donner à cette pensée une signification plus précise, et de nos jours, en présence des résultats fournis par la méthode américaine, quelques esprits enthousiastes n'ont pas hésité à lui prêter le sens d'une vérité absolue. Sans vouloir prendre au sérieux cette interprétation, qui se ressent un peu trop du mysticisme des universités allemandes, on ne peut cependant s'empêcher de reconnaître dans la découverte de l'éthérisation la réunion des circonstances les plus étranges. Rien, dans son origine, dans ses débuts, dans ses progrès, dans son développement, dans son institution définitive, ne rappelle les formes et l'évolution habituelle des découvertes ordinaires. C'est dans un coin du nouveau monde, loin de cette Europe, siége exclusif et berceau des sciences, qu'elle voit inopinément le jour, sans que rien l'ait préparée ou annoncée, sans que le plus léger indice ait fait pressentir un moment l'approche d'un événement aussi grave. Elle ne se produit pas dans le monde scientifique sous les auspices d'un nom brillant ; c'est un pauvre et ignorant dentiste qui, le premier, nous instruit de ses merveilles. Toutes les inventions de notre époque se sont accomplies lentement, par des tâtonnements pénibles,

par des progrès successifs laborieusement réalisés; celle-ci atteint du premier coup ses dernières limites : elle est à peine connue et signalée en Europe, qu'aussitôt des milliers de malades sont appelés à jouir de ses bienfaits. La plupart des grandes découvertes de notre siècle ont coûté à l'humanité de nombreuses victimes; les machines à vapeur, les bateaux à vapeur, les chemins de fer, les aérostats, la poudre à canon, le paratonnerre, toutes les machines merveilleuses de l'industrie moderne, nous ont fait acheter leur conquête par de pénibles sacrifices. Au contraire, l'éthérisation, bien qu'elle touche aux sources mêmes de la vie et qu'elle semble témérairement jouer avec la mort, n'amène pas, dans ses débuts, l'accident le plus léger; dans les applications innombrables qu'elle reçoit dès les premiers temps, elle ne compromet pas une seule fois la vie des hommes. Toutes nos découvertes sont loin d'atteindre d'une manière absolue le but qu'elles se proposent; elles laissent toujours aux perfectionnements et aux progrès de l'avenir une part considérable. L'éthérisation semble, au contraire, toucher du premier coup à la perfection et à l'idéal; car non-seulement elle remplit complétement son objet, l'abolition de la douleur, mais elle le dépasse encore, puisqu'elle substitue à la douleur un état tout particulier de plaisir sensuel et de bonheur moral. Quel étonnant contraste entre les opérations chirurgicales pratiquées avant la découverte de la méthode anesthésique et celles qui s'exécutent aujourd'hui sous sa bienfaisante influence! Qui n'a frémi au spectacle que présentaient autrefois les opérations sanglantes? Nous ne voulons pas attrister l'esprit de nos lecteurs de ce lugubre tableau; mais seulement que l'on compare entre elles ces deux situations si opposées, et que l'on dise ensuite si, en substituant aux tortures de la douleur les ravissements du plaisir, la découverte américaine n'a point dépassé les limites ordinairement imposées aux inventions des hommes.

Quelles que soient es conclusions que l'on veuille tirer du

rapprochement de ces faits, il faudra reconnaître au moins qu'en nous donnant le pouvoir d'anéantir la douleur, cet éternel ennemi, ce tyran néfaste de l'humanité, la méthode anesthésique nous a enrichis d'un bienfait inappréciable, éternellement digne de l'admiration et de la reconnaissance publiques.

Cette haute opinion, qu'il convient de se former de la découverte américaine, aurait pu peut-être sembler exagérée à l'époque de ses débuts, au moment où l'annonce de ses prodigieux effets vint frapper le monde savant d'une surprise qui n'est pas encore effacée. Mais aujourd'hui tous les doutes sont levés. Plusieurs années d'études et d'expériences accomplies dans toutes les régions du monde, sous les climats les plus opposés, dans les conditions les plus diverses, ont permis d'instruire la question jusque dans ses derniers détails, et de résoudre toutes les difficultés secondaires qui avaient surgi à l'origine. En Amérique, en Angleterre et surtout en France, les Académies et les Sociétés savantes se sont emparées avec ardeur de ce brillant sujet, et la question est aujourd'hui fixée dans tous ses points utiles. Aussi le moment est-il parfaitement opportun pour présenter le tableau général de l'histoire et de l'état présent de cette belle découverte. Le temps nous place déjà assez loin de ses débuts pour nous défendre de l'entraînement d'un enthousiasme irréfléchi, et de plus il nous a préparé un si grand nombre de renseignements et de faits, qu'il est maintenant facile de juger sainement et en connaissance de cause ce grand événement scientifique. D'ailleurs, une main savante a rassemblé tous les éléments de cette enquête. M. Bouisson, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Montpellier, a publié en 1850, sous le titre de *Traité théorique et pratique de la méthode anesthésique*, un ouvrage étendu dans lequel tous les faits qui se rattachent à la découverte américaine sont étudiés d'une manière approfondie. Les recherches contenues dans le livre du professeur de Montpel-

lier nous permettront de donner à nos lecteurs une idée claire et complète de la découverte la plus intéressante de notre siècle.

La question historique qui se rattache à la découverte de l'éthérisation a soulevé aux États-Unis de longs et importants débats ; elle est devenue le texte de quelques publications qui, à ce point de vue, offrent un grand intérêt. Le dentiste William Morton a publié à Boston, en 1847, un exposé des faits qui ont amené la découverte des propriétés stupéfiantes de l'éther. Le mémoire de Morton sur la *découverte du nouvel emploi de l'éther sulfurique* contient beaucoup d'assertions qui seraient d'une haute gravité si la critique historique pouvait les accepter sans contrôle. Par malheur, les témoignages invoqués par le dentiste de Boston ne sont empreints que d'une véracité fort douteuse, et c'est ce qu'a parfaitement démontré un nouvel opuscule publié en 1848 par les soins du docteur Jackson. MM. Lord, de Boston, sont les auteurs d'un *Mémoire à consulter*, qui a pour titre : *Défense des droits du docteur Charles Jackson à la découverte de l'éthérisation.* Bien que très confuse et très obscure, la dissertation des avocats du docteur Jackson fournit un certain nombre de documents authentiques qui permettent de rétablir la vérité sur une question qui a longtemps agité et qui divise encore les savants américains. L'étude attentive que nous avons faite des diverses pièces rapportées dans ces deux opuscules nous donnera, nous l'espérons, les moyens d'éclaircir ce point de l'histoire de la médecine contemporaine sur lequel on ne possédait jusqu'à ce jour que des données contradictoires.

Abordons en conséquence la question historique ; nous arriverons ensuite à l'exposition des faits généraux qui constituent la méthode anesthésique, considérée au point de vue de la science.

CHAPITRE PREMIER.

Moyens anesthésiques chez les anciens.

L'honneur d'une découverte scientifique peut rarement se rapporter aux efforts d'un seul homme ; presque toujours une longue série de travaux isolés et sans but spécial en avaient rassemblé les éléments, jusqu'à ce qu'un hasard heureux ou une intuition puissante vînt la dégager et lui donner sa forme et sa constitution définitives. Si l'on n'a pas suivi d'un œil attentif cette lente et secrète élaboration des bases de l'édifice, il est difficile de reconnaître les matériaux successifs qui ont servi à l'élever, et l'on ne distingue plus dès lors que le nom de celui qui fut assez heureux ou assez habile pour se placer à son sommet. C'est là ce qui explique l'erreur générale, qui attribue au seul Jackson la découverte de l'anesthésie. On a ignoré ou perdu de vue les travaux de ses devanciers, et l'on a fautivement attribué à un seul homme la gloire d'une invention qui fut en réalité le résultat d'un grand nombre d'efforts collectifs. Ce serait, en effet, une grande erreur de s'imaginer que la recherche des moyens anesthésiques appartienne exclusivement à notre époque. L'idée d'abolir ou d'atténuer la douleur des opérations est aussi vieille que la science, et depuis l'origine de la chirurgie, elle n'avait pas cessé de préoccuper les esprits. Seulement le succès avait manqué aux nombreuses tentatives dirigées dans ce sens, et l'on avait fini par regarder ce grand problème comme tout à fait au-dessus des ressources de l'art.

Le savant philologue Eloy Johanneau a publié une note intéressante sur les moyens employés par les anciens pour rendre

nos organes insensibles à la douleur. Il cite, à ce sujet, un passage de Pline, dont voici la traduction dans le vieux style d'Antoine du Pinet : « Quant au grand marbre du Caire, qui est dit des anciens *Memphitis*, il se réduit en poudre, qui est fort bonne, appliquée en liniment avec du vinaigre, pour endormir les parties qu'on veut couper ou cautériser, car elle amortit tellement la partie, qu'on ne sent *comme* point de douleur. » Mais Antoine du Pinet n'osait pas croire, sans doute, à un effet si surprenant, puisqu'il affaiblit dans sa traduction le texte de Pline, qui assure positivement qu'on ne sent point de douleur : *nec sentit cruciatum*. Le même Antoine du Pinet, qui a traduit aussi les *Secrets miracles de la nature*, et qui a fait des notes marginales sur sa traduction de Pline, y cite *messer* Dioscoride, qui dit que cette pierre de Memphis est de la grosseur d'un talent, qu'elle est grasse et de diverses couleurs. Dioscoride ajoute que si on la réduit en poudre et qu'on l'applique sur les parties à cautériser ou à couper, ces parties deviennent insensibles sans qu'il en résulte aucun danger. Cependant rien, dans les ouvrages de la médecine ancienne, ne confirme l'emploi de cette pierre de Memphis, qui pourrait bien être un de ces mille préjugés qui surprennent trop souvent l'opinion du crédule naturaliste de l'antiquité.

On ne pourrait en dire autant, sans injustice, de l'emploi fait chez les anciens de certaines plantes stupéfiantes. Les propriétés narcotiques de la mandragore, par exemple, ont été évidemment connues et mises à profit par eux pour calmer, dans certains cas, les douleurs physiques. Pline dit, en parlant du suc épaissi des baies de la mandragore : « On prend ce suc contre les morsures des serpents, ainsi qu'avant de souffrir l'amputation ou la ponction de quelque partie du corps, afin de s'engourdir contre la douleur. » Dioscoride et son commentateur Matthiole donnent, à propos de cette plante, le même témoignage : « Il en est, dit Dioscoride, qui font cuire

la racine de mandragore avec du vin jusqu'à réduction à un tiers. Après avoir laissé clarifier la décoction, ils la conservent et en administrent un verre pour faire dormir ou amortir une douleur véhémente, ou bien avant de cautériser ou de couper un membre, afin d'éviter qu'on n'en sente la douleur. Il existe une autre espèce de mandragore appelée *morion*. On dit qu'en mangeant une drachme de cette racine, mélangée avec des aliments ou de toute autre manière, l'homme perd la sensation et demeure endormi pendant trois ou quatre heures : les les médecins s'en servent quand il s'agit de couper ou de cautériser un membre. » La même assertion se retrouve dans Dodonée, d'où M. Pasquier a extrait le passage suivant : « Le vin dans lequel on a mis tremper ou cuire la racine de mandragore fait dormir et apaise toutes les douleurs, ce qui fait qu'on l'administre utilement à ceux auxquels on veut couper, scier ou brûler quelques parties du corps, afin qu'ils ne sentent point la douleur (1). »

Au moyen âge, l'art de préparer avec les plantes stupéfiantes des breuvages somnifères était, comme on le sait, poussé fort loin. On connaissait en outre quelques substances narcotiques qui avaient la propriété d'abolir la sensibilité. Ce secret, qui existait dans l'Inde depuis des temps reculés, avait été apporté en Europe pendant les croisades, et il est reconnu que les malheureux qui étaient soumis aux épreuves de la question trouvaient quelquefois, dans l'usage de certains narcotiques, le moyen d'échapper à ces douleurs. Une règle de jurisprudence établit que l'insensibilité manifestée pendant la torture est un signe certain de sorcellerie. Plusieurs auteurs invoqués par Fromman (2) parlent de sorcières qui s'endormaient ou riaient pendant ces cruelles manœuvres, ce que

(1) *Histoire des plantes*, traduction de Charles de l'Écluse, p. 297.
(2) Cité par Eusèbe Salverte, *Des sciences occultes*, t. Ier, ch. XVII.

l'on ne manquait pas d'attribuer à la protection du diable. Dès le XIV[e] siècle, Nicolas Eymeric, grand inquisiteur d'Aragon, et auteur du *Directoire des inquisiteurs*, se plaignait des sortiléges dont usaient quelques accusés, et qui leur permettaient de rester insensibles aux souffrances de la question (1). Fr. Pegna, qui a commenté, en 1578, l'ouvrage d'Eymeric, donne les mêmes témoignages sur l'existence et l'efficacité de ces sortiléges. Enfin, Hippolitus, professeur de jurisprudence à Bologne en 1524, assure, dans sa *Pratique criminelle*, avoir vu des accusés demeurer comme endormis au milieu des tortures, et plongés dans un engourdissement en tout semblable à celui qui résulterait de l'action des narcotiques. Etienne Tabourreau, contemporain de Pegna, a décrit également l'état soporeux qui dérobait les accusés aux souffrances de la torture. Suivant lui, il était devenu presque inutile de donner la question, la recette engourdissante étant connue de tous les geôliers, qui ne manquaient pas de la communiquer aux malheureux captifs destinés à subir cette cruelle épreuve.

Cependant le secret de ces moyens ne paraît pas avoir franchi, au moyen âge, la triste enceinte des cachots, et les chirurgiens ne purent songer sérieusement à en tirer parti pour épargner à leurs malades les souffrances des opérations. D'ailleurs les résultats fâcheux qu'entraîne si souvent l'administration des narcotiques s'opposaient à ce que leur usage devînt général. La dépression profonde qu'ils exercent sur les centres nerveux, la stupeur, les congestions sanguines qui en sont la suite, les difficultés inévitables dans la mesure de leur administration, la lenteur dans la production de leurs effets, leur persistance, et les accidents auxquels cette persistance expose, durent empêcher les chirurgiens de tirer parti des narcotiques comme agents prophylactiques de la douleur. Aussi les témoignages de leur emploi

(1) *Directoire des inquisiteurs*, partie III, p. 481.

sont-ils extrêmement rares dans les écrits de la chirurgie de cette époque ; Guy de Chauliac, Brunus et Théodoric, sont les seuls auteurs qui les mentionnent. Théodoric, médecin qui vivait vers le milieu du XIII[e] siècle, recommande, pour atténuer ou abolir les douleurs chirurgicales, d'endormir le malade en plaçant sous son nez une éponge imbibée d'opium, d'eau de morelle, de jusquiame, de laitue, de mandragore, de stramonium, etc. : on le réveillait ensuite en lui frottant les narines avec du vinaigre, du jus de fenouil ou de rue (1).

Voici le texte original qui spécifie d'une manière précise la manière dont se comportait Théodoric. J. Canappe, médecin de François I[er], dans son ouvrage imprimé à Lyon en 1553, *le Guidon pour les barbiers et les chirurgiens*, décrit ainsi, en parlant du *régime pour trancher un membre mortifié*, le procédé mis en usage par Théodoric et ses imitateurs :

« Aucuns, dit-il, comme Théodoric, leur donnent médecines obdormières qui les endorment, afin que ne sentent incision, comme *opium*, *succus morellæ*, *hyoscyami*, *mandragoræ*, *cicutæ*, *lactucæ*, et plongent dedans esponge, et la laissent sécher au soleil, et quand il est nécessité, ils mettent cette esponge en eau chaulde, et leur donnent à odorer tant qu'ils prennent sommeil et s'endorment; et quand ilz sont endormis, ilz font l'opération; et puis avec une autre esponge baignée en vinaigre et appliquée ès narines les esveillent, ou ils mettent ès narilles ou en l'oreille, *succum rutæ* ou *feni*, et ainsi les esveillent, comme ilz dient. Les autres donnent opium à boire, et font mal, spécialement s'il est jeune; et le aperçoivent, car ce est avec une grande bataille de vertu animale et naturelle. J'ai ouï qu'ilz encourent manie, et par conséquent la mort. »

(1) Un médecin des environs de Toulouse, M. Dauriol, assure qu'il employait en 1832 des moyens analogues chez les malades qu'il soumettait à quelque opération; il rapporte cinq cas dans lesquels ses opérés, traités de cette manière, n'éprouvèrent aucune douleur. (*Journal de médecine et de chirurgie de Toulouse*, janvier 1847.)

Cependant l'histoire de la chirurgie du moyen âge est muette sur l'emploi de ces pratiques ; les préceptes de Théodoric restèrent donc sans application.

Dans les temps modernes, à l'époque de la renaissance de la chirurgie, au milieu de toutes les grandes questions scientifiques qui commencèrent à s'agiter, on ne pouvait pas négliger le problème d'abolir la douleur des opérations. Aussi à mesure que s'augmentent les ressources et l'étendue de l'arsenal chirurgical, on voit les praticiens s'occuper en même temps de défendre les malades contre cette *misérable boutique et magasin de cruauté*, comme l'appelait déjà Ambroise Paré. Mais une revue rapide des divers moyens qui ont été proposés ou employés jusqu'à nos jours pour atteindre ce but, montrera facilement que toutes les tentatives faites dans cette direction avaient échoué de la manière la plus complète.

L'*opium*, dont l'action narcotique a été connue de toute antiquité, et que Van Helmont appelle un *don spécifique du Créateur*, a été employé à toutes les époques pour atténuer l'aiguillon de la douleur. Théodoric et Guy de Chauliac l'administraient aux malades qu'ils se disposaient à opérer. Beaucoup de chirurgiens imitèrent cet exemple, et au siècle dernier, Sassard, chirurgien de la Charité, a beaucoup insisté pour faire administrer, avant les opérations graves et douloureuses, un narcotique approprié à l'âge, au tempérament et aux forces du malade. Mais la variabilité et l'inconstance des effets de l'opium, l'excitation qu'il provoque souvent au lieu de l'insensibilité que l'on recherche, son action toxique, les congestions cérébrales auxquelles il expose, la lenteur avec laquelle s'efface l'impression qu'il a produite sur l'économie, tout contribuait à faire rejeter son emploi de la pratique chirurgicale (1).

(1) Le docteur Esdaile a récemment expérimenté à Calcutta les narcotiques opiacés comme agents d'anesthésie, et le résultat des expériences a été entièrement défavorable.

La *compression* a été assez souvent employée dans la chirurgie moderne pour diminuer la douleur pendant les grandes opérations, et surtout dans les amputations des membres. Elle était exercée à l'aide d'une courroie fortement serrée au-dessus du lieu où les parties devaient être divisées. Van Swiéten, Teden et Juvet ont beaucoup recommandé l'emploi de ce moyen. Mais la compression circulaire, sans jouir des avantages de l'opium, présentait des inconvénients plus grands encore; car, à la douleur qu'on cherchait à prévenir, et que tout au plus on atténuait faiblement, venait s'ajouter une nouvelle douleur, résultat immédiat de cette compression mécanique elle-même.

Les *irrigations froides*, l'*application de la glace*, ont souvent permis, non-seulement de diminuer le mouvement fluxionnaire, mais encore de calmer la douleur. L'engourdissement par le froid provoque un certain degré d'insensibilité. Après la bataille d'Eylau, Larrey remarqua, chez les nombreux blessés qu'il fut obligé d'amputer par un froid très intense, un amoindrissement notable de la douleur. Mais il est évident que ce moyen, fort imparfait d'ailleurs pour produire une insensibilité locale absolue, offre le danger de compromettre la santé générale des malades.

L'*ivresse alcoolique* pouvait-elle, comme quelques chirurgiens l'ont espéré, amener des résultats plus satisfaisants ? On savait depuis longtemps que les luxations se réduisent avec une facilité extrême et sans provoquer de douleur, chez les individus pris de vin. Haller rapporte plusieurs cas d'accouchements accomplis sans douleur pendant l'ivresse, et Deneux a observé un fait semblable à l'hôpital d'Amiens. Quelques chirurgiens ont même pratiqué, dans les mêmes circonstances, des amputations dont la douleur ne fut point perçue par le malade. Blandin se vit, il y a plusieurs années, dans la nécessité de pratiquer l'amputation de la cuisse à un homme qui fut

apporté ivre-mort à l'Hôtel-Dieu. L'individu resta entièrement insensible à l'opération, et quand les fumées du vin furent dissipées, il se montra profondément surpris et en même temps très affligé de la perte de son membre. Les faits de ce genre ont inspiré à quelques chirurgiens l'idée de provoquer artificiellement l'ivresse pour soustraire les opérés à l'impression de la douleur. Richerand a conseillé, dans les luxations difficiles à réduire, d'enivrer le malade pour triompher de la résistance musculaire. Mais une telle pensée ne pouvait recevoir les honneurs d'une expérimentation sérieuse : l'ivresse, même décorée d'une intention thérapeutique, ne pouvait entrer dans le cadre de nos ressources médicales. Le dégoût profond qu'elle inspire, l'état d'imbécillité et d'abrutissement qu'elle entraîne, la dégradation dont elle est le type, les réactions qu'elle occasionne, devaient la faire exclure du domaine de la chirurgie. D'ailleurs l'action des alcooliques n'amène pas toujours l'insensibilité. M. Longet a mis ce fait hors de doute en expérimentant sur les animaux, et un de nos chirurgiens, qui avait cru ennoblir l'ivresse en la déterminant avec du vin de Champagne, échoua complétement dans ses tentatives pour provoquer l'insensibilité : le champagne additionné de laudanum, malgré des libations abondantes, n'amena d'autre phénomène qu'une hilarité désordonnée.

L'ivresse du *haschisch* est aussi insuffisante que celle du vin pour produire l'insensibilité. Ce n'est guère que sur les facultés intellectuelles que se manifeste l'action de ce singulier produit ; l'imagination reçoit sous son influence un degré extraordinaire d'exaltation, l'individu rêve tout éveillé, mais ses organes restent accessibles à la douleur.

En 1776, certains esprits enthousiastes crurent pendant quelque temps le problème qui nous occupe positivement résolu. Mesmer venait d'arriver à Paris pour y faire connaître les merveilles du *magnétisme animal*, cette étrange découverte

éclose en son cerveau, à la suite d'une discussion académique. Avec l'aide de son élève, le docteur-régent Deslon, Mesmer remuait tout Paris et jetait les esprits dans une confusion extraordinaire. Il serait hors de propos de rappeler les détails de cette histoire bien connue : ce baquet magique, ces tiges d'acier, ces chaînes de métal passées autour du corps des malades et dans lesquelles beaucoup de personnes voyaient autant de petits tuyaux destinés à conduire la vapeur d'un certain liquide contenu dans le baquet. On attribuait à ces appareils fantastiques les plus merveilleux effets ; les maux de l'humanité allaient s'évanouir comme par enchantement, les opérations les plus cruelles seraient supportées sans la plus légère souffrance, les femmes devaient enfanter sans douleur. De nombreux essais furent tentés par les adeptes de ces doctrines, et par suite du mystérieux prestige que ces idées exerçaient sur certaines imaginations faibles ou déréglées, on signala quelques succès au milieu d'échecs innombrables. Ces jongleries, encouragées par des princes du sang et par le roi lui-même, durèrent plusieurs années ; elles se terminèrent tardivement par un arrêt du lieutenant de police.

Nous avons vu renaître, à notre époque, les prétentions du magnétisme animal en ce qui touche ses applications à la médecine opératoire ; mais il s'agissait cette fois de faits positifs ou du moins susceptibles de contrôle. En 1829, une opération grave fut pratiquée à Paris pendant le sommeil magnétique sans que le malade en eût conscience. A quelque point de vue qu'on l'envisage, l'observation de M. Jules Cloquet est remplie d'intérêt, et l'on nous permettra de la rapporter.

Un médecin qui s'occupait beaucoup de magnétisme, M. Chapelain, soumettait depuis longtemps à un traitement magnétique une vieille dame atteinte d'un cancer au sein. N'obtenant rien autre chose qu'un sommeil très profond, pendant lequel la sensibilité paraissait abolie, il proposa à M. Jules

Cloquet de l'opérer pendant qu'elle serait plongée dans le sommeil magnétique. Ce dernier, qui avait jugé l'opération indispensable, voulut bien y consentir, et l'opération fut fixée au 12 avril. La veille et l'avant-veille, la malade fut magnétisée plusieurs fois par M. Chapelaiu, qui la disposait, lorsqu'elle était en somnambulisme, à supporter sans crainte l'opération, et qui l'amena même à en causer avec sécurité, tandis qu'à son réveil elle en repoussait l'idée avec horreur. Le jour fixé pour l'opération, M. Cloquet trouva la malade assise dans un fauteuil, dans l'attitude d'une personne paisiblement livrée au sommeil naturel : M. Chapelain l'avait mise dans le sommeil maguétique ; elle parlait avec beaucoup de calme de l'opération qu'elle allait subir. Tout étant disposé pour l'opérer, elle se déshabilla et s'assit sur une chaise. M. Cloquet pratiqua alors l'opération, qui dura dix à douze minutes. Pendant tout ce temps, la malade s'entretint tranquillement avec l'opérateur et ne donna pas le plus léger signe de sensibilité : aucun mouvement dans les membres ni dans les traits, aucun changement dans la respiration ni dans la voix, aucune variation dans le pouls ; elle conserva invariablement l'abandon et l'impassibilité automatique où elle se trouvait quelques minutes avant l'opération. Le pansement terminé, l'opérée fut portée dans son lit, où elle resta deux jours entiers sans sortir du sommeil somnambulique. Alors le premier appareil fut levé, la plaie fut nettoyée et pansée, sans que l'on remarquât chez la malade aucun signe de sensibilité ni de douleur ; le magnétiseur l'éveilla après ce pansement, et elle déclara alors n'avoir eu aucune idée, aucun sentiment de ce qui s'était passé.

L'annonce de ce fait singulier amena la publication de quelques observations du même genre qui furent accueillies par le public médical avec des sentiments très divers. Celui de ces faits qui paraît le plus authentique s'est passé en 1842, dans un hôpital d'Angleterre. Voici le résumé de cette observation, qui

est devenue le sujet d'une discussion à la Société royale de médecine et de chirurgie de Londres.

James Wombel, homme de peine, âgé de quarante-deux ans, souffrait depuis cinq ans d'une affection du genou pour laquelle il entra à l'hôpital de Wellow, le 21 juin 1842. Cette affection, très avancée, n'était curable que par l'amputation. Un magnétiseur, M. Topham, s'était assuré que le sommeil somnambulique amenait chez cet individu un état manifeste d'insensibilité locale ; il fut donc décidé que l'on essaierait de pratiquer l'opération pendant le sommeil magnétique. Elle fut exécutée par M. Ward. Après avoir convenablement placé le malade, M. Topham le magnétisa et indiqua au chirurgien le moment où il pouvait commencer. Le premier temps de l'amputation se fit sans que l'opéré donnât le moindre signe de sensibilité ; après la seconde incision, il fit entendre quelques faibles murmures. Au reste, son aspect extérieur n'était nullement changé, et jusqu'à la fin de l'opération, qui exigea vingt minutes, il demeura aussi immobile qu'une statue. Interrogé après l'opération, il déclara n'avoir rien senti.

Plus récemment, M. le docteur Loysel, de Cherbourg, a annoncé dans les journaux de cette ville, qu'il a pratiqué plusieurs opérations sous l'influence du sommeil magnétique, sans que les malades aient accusé la moindre douleur. Une amputation de jambe, l'extirpation des ganglions sous-maxillaires et diverses autres opérations moins importantes, ont été exécutées de cette manière sur des sujets d'âge, de sexe et de tempérament différents, que le sommeil magnétique a exemptés, selon l'auteur, de toute sensation douloureuse. M. Loysel invoque, à l'appui de ses assertions, le témoignage d'un grand nombre de personnes recommandables de Cherbourg, qui assistaient aux opérations. Ajoutons que M. le docteur Künholtz, de Montpellier, a observé dans sa pratique quelques faits du même genre, qui se rapportent à des opérations moins

graves. Il paraît enfin que des expériences faites à Calcutta, sous les yeux d'une commission nommée par le gouvernement des Indes, ont donné au docteur Esdaile des résultats assez favorables pour l'encourager à poursuivre dans cette voie.

Tout cela est assurément fort curieux, mais une seule réflexion fera comprendre qu'il était impossible d'introduire le magnétisme animal dans le domaine de la chirurgie. Le somnambulisme artificiel poussé au point d'amener l'insensibilité générale, est un fait d'une rareté extraordinaire; c'est une merveille qui ne se rencontre que de loin en loin et chez des individus d'une organisation spéciale. Un *sujet magnétique*, selon les termes consacrés, est un phénix précieux que les maîtres de l'art poursuivent avec passion sans le rencontrer toujours. Il faut, pour répondre à toutes les conditions, vraies ou simulées, du programme magnétique, une nature particulière et tout à fait exceptionnelle. De là l'impossibilité de faire franchir au magnétisme animal le seuil de nos hôpitaux. D'ailleurs le charlatanisme et la fraude ont perdu depuis longtemps la cause du magnétisme. Il y a certainement quelques vérités utiles à glaner dans le champ obscur de ces étranges phénomènes, et les faits relatifs à l'éthérisation montrent bien que tout n'est pas mensonge dans les merveilles que l'on nous a si souvent racontées à ce propos. Mais le magnétisme avait dans l'ignorance de ses adeptes et dans les abus qu'il ouvre à la spéculation et à l'imposture, deux écueils redoutables; au lieu de les éviter, il s'y est engagé à pleines voiles. La science moderne s'accommode mal de ces doctrines qui redoutent le grand jour de la démonstration publique, et ne dévoilent leurs merveilles qu'à l'abri d'une ombre propice ou dans un cercle de croyants dévoués; elle s'est éloignée avec raison de ces pratiques ténébreuses, et le magnétisme animal appliqué à la prophylaxie de la douleur s'est vu refuser, avec raison, l'honneur d'une expérimentation régulière. L'eût-on d'ailleurs admis à cette épreuve,

il est certain qu'il eût succombé, car les faits mêmes que nous avons rapportés, et qui, pour quelques-uns de nos lecteurs, peuvent sembler sans réplique, n'ont pas manqué de contradicteurs qui ont trouvé dans la possibilité de feindre l'insensibilité, dans l'organisation de certains individus capables de supporter sans s'émouvoir les opérations les plus cruelles, enfin dans la rareté excessive des cas de ce genre, des motifs suffisants pour rejeter les arguments tirés de ces faits, et pour repousser hors de la chirurgie la thérapeutique incertaine et mystique du magnétisme animal.

Nous venons de passer en revue la série des moyens proposés à diverses époques pour atténuer la douleur dans les opérations chirurgicales; on voit aisément que nul d'entre eux n'était susceptible de recevoir une application sérieuse. Les plus efficaces de ces moyens, tels que l'opium, la compression, l'application du froid, ne furent guère employés que par les praticiens qui en avaient conseillé l'usage. Après un si grand nombre d'efforts inutiles, devant des insuccès si complets et si répétés, la science avait fini par se croire impuissante. En 1828, le ministre de la maison du roi envoya à l'Académie de médecine une lettre adressée au roi Charles X par un médecin anglais, M. Hickman, qui assurait avoir trouvé les moyens d'obtenir l'insensibilité chez les opérés. Cette communication fut très mal accueillie, et, malgré l'opinion de Larrey, plusieurs membres de l'Académie s'opposèrent formellement à ce qu'il y fût donné suite. Ainsi on en était venu à regarder comme tout à fait insoluble le problème de l'abolition de la douleur, et l'on croyait devoir condamner toutes tentatives de ce genre. On ne mettait pas même en pratique le précepte de Richerand, qui conseille de tremper le bistouri dans l'eau chaude pour en rendre l'impression moins douloureuse. Le découragement était si complet sous ce rapport, que l'on n'hésitait pas à enga-

ger pour ainsi dire l'avenir, et à conseiller sur ce point une sorte de résignation. C'est ce qu'indique le passage suivant du *Traité de médecine opératoire* de M. Velpeau, publié en 1839 : « Éviter la douleur dans les opérations, dit M. Velpeau, est une chimère qu'il n'est pas permis de poursuivre aujourd'hui. Instrument tranchant et douleur, en médecine opératoire, sont deux mots qui ne se présentent point l'un sans l'autre à l'esprit des malades, et dont il faut nécessairement admettre l'association. »

Tel était l'état de la science, telle était la situation des esprits, lorsque, pendant l'année 1846, la méthode anesthésique fit tout d'un coup explosion. On comprend dès lors la confusion et la surprise que durent éprouver les savants à voir résolu d'une manière si formelle et si complète un problème qui avait défié les efforts de tant de siècles, à voir positivement réalisée cette chimère depuis si longtemps abandonnée à l'imagination des poëtes. L'histoire de la découverte de l'éthérisation à notre époque mérite donc une attention particulière. Les recherches qui l'ont amenée n'ont d'ailleurs rien de commun avec l'ensemble des moyens que nous venons de passer en revue, et qui se renfermaient tous dans le cercle des influences médicinales. C'est en effet du laboratoire d'un chimiste qu'est sortie cette découverte extraordinaire qui devait exercer dans les procédés de la chirurgie une transformation si remarquable.

CHAPITRE II.

Agents anesthésiques dans les temps modernes. — Expériences de Davy sur le protoxyde d'azote.

On trouve dans l'histoire des découvertes contemporaines quelques génies heureux qui ont eu le rare et étonnant privilége de s'emparer, dès l'origine, de la plupart des grandes questions qui devaient plus tard dominer la science entière. Tel fut Humphry Davy qui associa son nom et consacra sa vie à l'étude de la plupart des grands faits scientifiques qui occupent notre époque. Le premier, il comprit le rôle immense que devaient jouer dans l'avenir les emplois chimiques de l'électricité, cet agent destiné à changer un jour la face morale du monde. Son nom se trouve le premier inscrit sur la liste des chimistes dont les travaux ont amené la découverte de la photographie ; il a le premier soulevé la discussion des théories générales dont la chimie est aujourd'hui le texte ; enfin, à son début dans la carrières des sciences, il découvrit les faits extraordinaires qui devaient amener la création de la méthode anesthésique.

Comment Humphry Davy fut-il conduit à réaliser une découverte si remarquable?

Davis Guilbert, l'un des membres les plus distingués de l'ancienne Société royale de Londres, passait un jour dans les rues de Penzance, petite ville du comté de Cornouailles, lorsqu'il aperçut, assis sur le seuil d'une porte, un jeune homme à l'attitude méditative et recueillie : c'était Humphry Davy, qui remplissait, dans la boutique de l'apothicaire Borlase, les modestes fonctions d'apprenti. Frappé de l'expression de ses traits,

il l'aborda, et ne tarda pas à reconnaître en lui le germe des plus heureux talents. Sorti en effet, d'une très obscure origine, et malgré des conditions très défavorables, le jeune apprenti avait déjà accompli, sans secours et dans l'isolement de ses réflexions, quelques travaux préliminaires qui dénotaient, pour les sciences physiques, les dispositions les plus brillantes.

Guilbert était lié, à cette époque, avec le docteur Beddoes, chimiste et médecin, dont le nom a joui d'un certain crédit à la fin du dernier siècle. Quelques mois auparavant, Beddoes venait de fonder à Clifton, petit bourg situé aux environs de Bristol, un établissement connu sous le non d'*Institution pneumatique*, consacré à étudier les propriétés médicales des gaz. Personne n'ignore que c'est en Angleterre, par les travaux de Cavendish et de Priestley, que les fluides élastiques ont été découverts pour la première fois. A la fin du siècle dernier, l'étude de cette forme nouvelle de la matière avait imprimé aux travaux scientifiques un élan considérable ; les recherches sur les gaz se succédaient sans interruption, et les médecins s'appliquaient en même temps à étudier, dans le domaine de leur art, les applications de ces faits. D'un autre côté, Lavoisier venait de créer en France sa théorie chimique de la respiration, éclair de génie qui illumina la science entière et vint prêter aux travaux sur les fluides élastiques un intérêt de premier ordre. C'est sous l'influence de cette double impulsion que le docteur Beddoes avait fondé son *Institution pneumatique*. Cet établissement renfermait un laboratoire pour les expériences de chimie, un hôpital pour les malades destinés à être soumis aux inhalations gazeuses et un amphithéâtre pour les leçons publiques. Il avait été élevé à l'aide de souscriptions, suivant l'usage anglais. James Watt, un des principaux actionnaires, avait exécuté lui-même, dans les ateliers de Soho, les appareils servant à la préparation et à l'administration des gaz. Pour diriger son laboratoire, le docteur Bed-

doces avait besoin d'un chimiste habile : Guilbert n'hésita pas à offrir cette place au jeune apprenti, et c'est ainsi que le 1er mars 1798, Humphry Davy, à peine âgé de vingt ans, quitta l'obscure boutique où s'était écoulée une partie de sa jeunesse, et vint débuter dans la carrière où l'attendait tant de gloire.

Dans l'*Institution pneumatique*, Davy fut spécialement chargé d'étudier les propriétés chimiques des gaz et d'observer leur action sur l'économie vivante. Par le plus singulier des hasards, le premier gaz auquel il s'adressa fut le protoxyde d'azote, c'est-à-dire celui de tous ces corps qui exerce sur nos organes l'action la plus extraordinaire. Rien, parmi les faits qui existaient alors dans la science, ne permettait de prévoir les phénomènes étranges qui vinrent s'offrir à son observation.

Il commença par faire une étude approfondie des propriétés et de la composition du protoxyde d'azote, et par déterminer les procédés les plus convenables pour l'obtenir. Il s'occupa ensuite de reconnaître ses effets sur la respiration. C'est le 11 avril 1799 qu'il exécuta cet essai pour la première fois, et constata la propriété enivrante de ce gaz. Il éprouva d'abord une sorte de vertige, mais bientôt le vertige diminua, et des picotements se firent sentir à l'estomac : la vue et l'ouïe avaient acquis un surcroît d'énergie. Vers la fin de l'expérience, il se développa un sentiment tout particulier d'exaltation des forces musculaires : l'expérimentateur ressentait un besoin irrésistible d'agir et de se mouvoir. Il ne perdait pas complétement la conscience de ses actions, mais il était dans une espèce de délire caractérisé par une gaieté extraordinaire et par une notable exaltation des facultés intellectuelles.

Les faits observés à cette occasion par Humphry Davy sont devenus, selon nous, le point de départ de la méthode anesthésique ; nous devons donc les faire connaître avec quelques détails. Dans l'ouvrage étendu qu'il publia à cette occasion,

en 1799, sous le titre de *Recherches chimiques sur l'oxyde nitreux et sur les effets de sa respiration* Humphry Davy donne le résumé suivant de sa première expérience :

« Après avoir préalablement bouché mes narines et vidé mes poumons, je respirai quatre quarts de gaz (1), contenus dans un petit sac de soie. La première impression consista dans une pesanteur de tête avec perte du mouvement volontaire. Mais une demi-minute après, ayant continué les inspirations, ces symptômes diminuèrent peu à peu et firent place à la sensation d'une faible pression sur tous les muscles ; j'éprouvais en même temps dans tout le corps une sorte de chatouillement agréable qui se faisait particulièrement sentir à la poitrine et aux extrémités. Les objets situés autour de moi me paraissaient éblouissants de lumière et le sens de l'ouïe avait acquis un surcroît de finesse. Dans les dernières inspirations, ce chatouillement augmenta, je ressentis une exaltation toute particulière dans le pouvoir musculaire, et j'éprouvai un besoin irrésistible d'agir.

» Je ne me souviens que très confusément de ce qui suivit : je sais seulement que mes gestes étaient violents et désordonnés. Tous ces effets disparurent lorsque j'eus suspendu l'inspiration du gaz ; dix minutes après, j'avais recouvré l'état naturel de mes esprits ; la sensation du chatouillement dans les membres se maintint seule pendant quelque temps.

» J'avais fait cette expérience dans la matinée ; je ne ressentis pendant tout le reste du jour aucune fatigue, et je passai la nuit dans un repos complet. Le lendemain, le souvenir de ces différents effets était presque effacé de ma mémoire, et si des notes prises immédiatement après l'expérience ne les eussent rappelés à mon souvenir, j'aurais douté de leur réalité.

» Je croyais pouvoir mettre quelques-unes de ces impressions sur le compte de la surprise et de l'enthousiasme que j'avais éprouvés, lorsque je ressentis ces émotions agréables au moment où je m'attendais, au contraire, à éprouver de pénibles sensations. Mais deux autres expériences faites dans le cours de la journée, en m'armant du doute, me convainquirent que ces effets étaient positivement dus à l'action du gaz. »

(1) Le quart anglais équivaut à 1^{lit},1.

Le gaz qui avait servi à cette première expérience était mêlé d'une certaine quantité d'air; Humphry Davy respira quelques jours après le protoxyde d'azote pur.

« Je respirai alors, dit-il, le gaz pur. Je ressentis immédiatement une sensation s'étendant de la poitrine aux extrémités; j'éprouvais dans tous les membres comme une sorte d'exagération du sens du tact. Les impressions perçues par le sens de la vue étaient plus vives, j'entendais distinctement tous les bruits de la chambre, et j'avais très bien conscience de tout ce qui m'environnait. Le plaisir augmentant par degrés, je perdis tout rapport avec le monde extérieur. Une suite de fraîches et rapides images passaient devant mes yeux; elles se liaient à des mots inconnus et formaient des perceptions toutes nouvelles pour moi. J'existais dans un monde à part. J'étais en train de faire des théories et des découvertes quand je fus éveillé de cette extase délirante par le docteur Kinglake qui m'ôta le sac de la bouche. A la vue des personnes qui m'entouraient, j'éprouvai d'abord un sentiment d'orgueil, mes impressions étaient sublimes, et pendant quelques minutes je me promenai dans l'appartement, indifférent à ce qui se disait autour de moi. Enfin, je m'écriai avec la foi la plus vive et de l'accent le plus pénétré : *Rien n'existe que la pensée; l'univers n'est composé que d'idées, d'impressions, de plaisir et de souffrance.*

» Il ne s'était écoulé que trois minutes et demie durant cette expérience, quoique le temps m'eût paru bien plus long en le mesurant au nombre et à la vivacité de mes idées; je n'avais pas consommé la moitié de la mesure de gaz, je respirai le reste avant que les premiers effets eussent disparu. Je ressentis des sensations pareilles aux précédentes; je fus promptement plongé dans l'extase du plaisir, et j'y restai plus longtemps que la première fois. Je fus en proie pendant deux heures à l'exhilaration. J'éprouvai plus longtemps encore l'espèce de joie déréglée décrite plus haut, qui s'accompagnait d'un peu de faiblesse. Cependant elle ne persita pas; je dînai avec appétit, et je me trouvai ensuite plus dispos et plus gai. Je passai la soirée à préparer des expériences; je me sentais plein d'activité et de contentement. De onze heures à deux heures du matin, je m'occupai à transcrire le récit détaillé des faits précédents. Je reposai très bien, et le lendemain je me

réveillai avec le sentiment d'une existence délicieuse qui se maintint toute la journée. »

Davy continua pendant plusieurs mois ces curieuses expériences. L'exhilaration et l'exaltation de la force musculaire étaient les phénomènes qui marquaient surtout l'état étrange où le plongeait la respiration du protoxyde d'azote.

« Jusqu'au mois de décembre, dit-il, j'ai répété plusieurs fois les inspirations de gaz. Loin de diminuer, ma susceptibilité pour ses effets ne faisait que s'accroître ; *six quarts* étaient le volume de gaz qui m'était nécessaire pour les provoquer, et je ne prolongeais jamais les inspirations plus de deux minutes et demie... Quand ma digestion était difficile, je me suis trouvé deux ou trois fois péniblement affecté par l'excitation amenée par le gaz ; j'éprouvais alors des maux d'estomac, une pesanteur de tête et de l'excitation cérébrale.

» J'ai souvent eu beaucoup de plaisir à respirer le gaz dans le silence et l'obscurité, absorbé par des sensations purement idéales. Quand je faisais des expériences devant quelques personnes, je me suis trouvé deux ou trois fois péniblement affecté par le plus faible bruit ; la lumière du soleil me paraissait d'un éclat fatigant et difficile à supporter. J'ai également ressenti deux ou trois fois une certaine douleur sur les joues et mal de dents passager. Mais lorsque je respirai le gaz après quelques excitations morales, j'ai ressenti des impressions de plaisir véritablement sublimes.

» Le 5 mai, la nuit, je m'étais promené pendant une heure au milieu des prairies de l'Avon ; un brillant clair de lune rendait ce moment délicieux, et mon esprit était livré aux émotions les plus douces. Je respirai alors le gaz. L'effet fut rapidement produit. Autour de moi les objets étaient parfaitement distincts, seulement la lumière de la lampe n'avait pas sa vivacité ordinaire. La sensation de plaisir fut d'abord locale ; je la perçus sur les lèvres et autour de la bouche. Peu à peu elle se répandit dans tout le corps, et au milieu de l'expérience elle atteignit à un moment un tel degré d'exaltation qu'elle absorba mon existence. Je perdis alors tout sentiment. Il revint cependant assez vite, et j'essayai de communiquer à un assistant, par mes rires et mes gestes ani-

més, tout le bonheur que je ressentais. Deux heures après, au moment de m'endormir et placé dans cet état intermédiaire entre le sommeil et la veille, j'éprouvais encore comme un souvenir confus de ces impressions délicieuses. Toute la nuit j'eus des rêves pleins de vivacité et de charme, et je m'éveillai le matin en proie à une énergie inquiète que j'avais déjà éprouvée quelquefois dans le cours de semblables expériences. »

Cette impression extraordinaire produite sur le système nerveux par l'inspiration du protoxyde d'azote devait amener à penser que ce gaz aurait peut-être la propriété de suspendre ou d'abolir les douleurs physiques. C'est ce que Davy ne manqua pas de reconnaître. Il raconte, dans son livre, qu'en deux occasions il fit disparaître une céphalalgie par l'inhalation de son gaz. Il employa aussi ce moyen pour apaiser une douleur intense causée par le percement d'une dent de sagesse. « La douleur, dit-il, diminuait toujours après les quatre ou cinq premières inspirations ; le chatouillement venait comme à l'ordinaire, et la douleur était, pendant quelques minutes, effacée par la jouissance (1). » Plus loin, Humphry Davy fait la remarque suivante : « Le protoxyde d'azote paraissait jouir, entre autres propriétés, de celle de détruire la douleur ; on pourrait probablement l'employer avec avantage dans les opérations de chirurgie qui ne s'accompagnent pas d'une grande effusion de sang (2). »

Si ce dernier passage n'eût été perdu dans le trop long exposé des recherches de Davy, et noyé dans les détails d'une foule d'expériences sans intérêt, la création de la méthode anesthésique n'aurait pas eu à subir un demi-siècle de retard. Mais cette observation passa entièrement inaperçue, et toute l'attention se porta sur les effets étranges produits par le protoxyde d'azote sur les facultés intellectuelles. Pendant plusieurs

(1) *Recherches sur l'oxyde nitreux*, p. 465.
(2) *Ibid.*, p. 556.

mois, on s'occupa beaucoup, en Angleterre, des effets physiologiques de ce gaz, qui reçut, à cette occasion, les noms de *gaz hilarant*, *gaz du paradis*, etc.

La réputation de l'*Institution pneumatique* commençait à se répandre, et Clifton était devenu le théâtre de nombreuses réunions. Les malades et les oisifs affluaient chez le docteur Beddoes; la présence de Coleridge et de Southey ajoutait à ces réunions un attrait particulier, et Davy trouvait dans le commerce de ces deux poëtes un heureux aliment à ses goûts littéraires. On voulut essayer, à Clifton, de connaître les phénomènes singuliers annoncés par Davy, et l'on se mit en devoir de répéter ses expériences. Coleridge et Southey se soumirent des premiers aux inhalations du gaz hilarant, et ils ont décrit leurs sensations dans quelques pièces de vers imprimées dans les œuvres de Coleridge. Plusieurs autres personnes éprouvèrent aussi les effets indiqués par le chimiste de Bristol; mais quelques-unes ne ressentirent que des impressions douloureuses, d'autres n'éprouvèrent absolument rien.

Ces expériences furent répétées en même temps dans plusieurs autres villes de l'Angleterre : Ure, Tennant et Underwood éprouvèrent les mêmes sensations que Davy.

En France, les mêmes essais furent moins heureux. Proust et Vauquelin, MM. Orfila et Thenard, ne ressentirent que des impressions douloureuses, qui allèrent même jusqu'à menacer leur vie. Une société de médecins et d'amateurs se forma à Toulouse pour répéter en grand les expériences de Davy. Les résultats très divers qui furent obtenus mirent hors de doute la différence des effets physiologiques produits par ce gaz selon les dispositions individuelles.

Deux séances furent consacrées à ces essais. Dans la première, six personnes respirèrent le gaz, et douze dans la seconde. Voici le résumé des procès-verbaux tenus à cette occasion :

Première séance. — Le premier sujet a perdu connaissance dès la troisième inspiration : il a fallu le soutenir pendant cinq minutes ; il s'est levé ensuite très fatigué et ne se rappelant avoir éprouvé autre chose qu'une défaillance subite et un battement dans les tempes.

Le second sujet a trouvé que le gaz possédait une saveur sucrée en même temps styptique ; il a ressenti beaucoup de chaleur dans la poitrine ; ses veines se sont gonflées, son pouls s'est accéléré, les objets paraissaient tourner autour de lui.

Le troisième n'a senti la saveur sucrée qu'à la première inspiration ; il a ensuite éprouvé de la chaleur dans la poitrine et une vive sensation de plaisir ; après avoir abandonné la vessie, il a été pris d'un violent accès de rire.

Le quatrième a conservé l'impression de la saveur sucrée pendant quatorze heures ; il a eu des vertiges, ses jambes sont restées *avinées*.

Le cinquième, en quittant la vessie, a éprouvé des éblouissements, puis une sensation de plaisir s'est répandue dans tout son corps ; il a eu les jambes avinées.

Le sixième a conservé toute la journée la saveur douce du gaz ; il a eu des tintements d'oreilles, une pesanteur d'estomac et les jambes avinées. Au total, ce qu'il a ressenti lui a paru plus pénible qu'agréable.

Seconde séance. — Douze personnes ont respiré le gaz, et plusieurs à deux reprises : quelques-unes l'avaient déjà respiré dans la première séance ; toutes, indistinctement, en ont été plus ou moins incommodées. M. Dispan, qui dirigait la séance, décrit ainsi ce qu'il éprouva lui-même : « Dès la première inspiration, j'ai vidé la vessie. Une saveur sucrée a, dans l'instant, rempli ma bouche et ma poitrine tout entière, qui se dilatait de bien-être. J'ai vidé mes poumons et les ai remplis encore ; mais à la troisième reprise, les oreilles m'ont tinté, et j'ai abandonné la vessie. Alors, sans perdre précisément connaissance, je suis demeuré un instant promenant les yeux dans une espèce d'étourdissement sourd ; puis je me suis pris, sans y penser, d'éclats de rire tels que je n'en ai jamais fait de ma vie. Après quelques secondes, ce besoin de rire a cessé tout d'un coup, et je n'ai plus éprouvé le moindre symptôme. Ayant réitéré l'épreuve dans la même séance, je n'ai plus éprouvé le besoin de rire. Je n'aurais fait que tomber en syncope, si j'eusse poussé l'expérience plus loin. »

Des essais du même genre furent répétés à la même époque par beaucoup d'autres savants, et l'on put se convaincre ainsi que les effets physiologiques du protoxyde d'azote variaient selon les individus. Aux États-Unis, M. Mitchell et plusieurs autres personnes respirèrent le gaz hilarant : ils furent frappés, comme Davy, de sa propriété d'exciter le rire et de procurer une sensation générale agréable. En Suède, Berzelius ne remarqua rien autre chose que la saveur douce du gaz. A Kiel, M. Pfaff et plusieurs de ses élèves confirmèrent les résultats obtenus par Davy. L'une des personnes qui l'avaient respiré, dit M. Pfaff, fut enivrée très vite et jetée dans une extase extraordinaire et des plus agréables ; quelques-unes résistèrent davantage. Le professeur Würzer ressentit seulement de la gêne dans la poitrine et un sentiment de compression sur les tempes. Plusieurs de ses auditeurs qui essayèrent, à son exemple, de respirer le gaz, eurent des sensations assez différentes, mais tous accusèrent une gaieté insolite suivie quelquefois d'un tremblement nerveux. Ces résultats contradictoires peuvent s'expliquer en partie par l'impureté du protoxyde d'azote dont on faisait usage. La décomposition de l'azotate d'ammoniaque, à laquelle on avait recours pour la préparation de ce gaz, peut en effet donner naissance à quelques produits étrangers, et notamment à de l'acide hypo-azotique, dont l'action irritante et suffocante rend compte de certains effets d'asphyxie partielle observés dans ces circonstances.

A dater de ce moment, les inhalations gazeuses devinrent une sorte de mode dans les cours publics et dans les laboratoires de chimie. Mais le gaz hilarant pouvait exposer aux divers accidents mentionnés plus haut ; on chercha donc à le remplacer par un autre gaz qui, tout en jouissant de propriétés analogues, fût exempt de ces dangers. Il serait fort difficile de dire comment et à quelle époque se présenta l'idée de substituer au gaz hilarant les vapeurs d'éther sulfurique ; il est certain néan-

moins que quelques années après, les élèves de chimie dans les cours publics, les apprentis dans les laboratoires des pharmacies, étaient dans l'habitude de respirer les vapeurs d'éther, comme objet d'amusement, ou pour se procurer cette ivresse d'une nature si spéciale qu'amenait l'inspiration du protoxyde d'azote. La tradition qui confirme cette pratique est encore vivante en Angleterre et aux États-Unis (1). Elle est d'ailleurs mise hors de doute par un article imprimé en 1815 dans le *Quarterly journal of sciences*, attribué à M. Faraday. Il est dit dans cet article, que si l'on respire la vapeur d'éther mêlée d'air atmosphérique, dans un flacon muni d'un tube, on éprouve des effets semblables à ceux qui sont occasionnés par le protoxyde d'azote; l'action d'abord exhilarante, devient plus

(1) C'est probablement d'après ces faits que la médecine commença, à cette époque, à tirer parti de l'éther sulfurique employé en vapeurs. Vers l'année 1820, Anglada, professeur de toxicologie à Montpellier, prescrivait les vapeurs d'éther contre les douleurs névralgiques; il se servait, à cet effet, d'un flacon de Wolf à deux tubulures. Selon M. Duméril, le docteur Desportes conseillait aux phthisiques les inhalations d'éther et il en obtenait des effets sédatifs. En Angleterre, le docteur Thornton était dans l'usage, à la même époque, d'administrer, entre autres remèdes pneumatiques, la vapeur d'éther; l'un de nos savants contemporains a raconté que le docteur Thornton l'avait soumis à ce traitement pendant sa jeunesse. Ainsi l'emploi des inhalations éthérées comme remède interne était entré d'une manière assez sérieuse dans la pratique médicale. Enfin l'appareil qui servait à administrer les vapeurs d'éther était à peu de chose près le même que celui qu'ont employé les chirurgiens des États-Unis, dans les premiers temps de la méthode anesthésique. Dans l'article Éther du *Dictionnaire des sciences médicales*, publié en 1815, Nysten décrit ainsi cet appareil : « Il consiste en un petit » flacon de verre à deux tubulures, à moitié rempli d'éther. L'une des » tubulures reçoit un tube qui s'ouvre d'une part dans l'air atmosphé- » rique et plonge de l'autre dans l'éther. L'autre tubulure opposée à la » précédente est courbée en arc, de manière que son extrémité deve- » nant horizontale, le malade la reçoit dans sa bouche, et c'est par elle » qu'il respire. L'air atmosphérique introduit par la première tubulure » traverse l'éther et s'imprègne de sa vapeur qu'il porte dans les voies » respiratoires. » C'est, comme on le verra plus loin, l'appareil que les chirurgiens américains ont employé au début de la méthode anesthésique.

tard stupéfiante. L'auteur ajoute que ce dernier effet peut devenir grave sous l'influence de l'éther, et il cite l'exemple d'un *gentleman* qui, pour s'être soumis à son action, tomba dans une léthargie qui se prolongea pendant trente heures et menaça sérieusement la vie.

Ainsi les propriétés enivrantes et stupéfiantes du protoxyde d'azote étaient connues depuis le commencement de notre siècle, et l'on savait, en outre, que les vapeurs d'éther jouissent de la même action physiologique. Ces faits étaient si bien établis, que les élèves des laboratoires se faisaient un jeu des inhalations éthérées. En outre, Humphry Davy avait signalé la propriété remarquable dont jouit le gaz hilarant, d'abolir la douleur physique, et il avait proposé de s'en servir dans les opérations chirurgicales. Les éléments d'une grande découverte commençaient donc à se rassembler. Que fallait-il faire pour hâter ses progrès ? Soumettre à l'expérience l'idée émise à titre de proposition par Humphry Davy, c'est-à-dire administrer le protoxyde d'azote dans une opération chirurgicale. C'est ce que fit Horace Wels, et c'est pour cela que le nom du dentiste de Hartford doit être inscrit après celui de Davy sur la liste des hommes qui ont concouru à la création de la méthode anesthésique.

CHAPITRE III.

Expérience d'Horace Wels à l'hôpital de Boston avec le gaz hilarant. — Essais de Charles Jackson. — Entrevue de Jackson et du dentiste William Morton. — Premiers emplois de l'éther comme agent anesthésique.

Horace Wels exerçait sa profession à Hartford, petite ville du comté de Connecticut. Il avait résidé quelque temps dans

la capitale des États-Unis, à Boston, comme associé du dentiste William Morton. Mais l'association n'avait pas prospéré, et il avait dû retourner dans sa ville natale. C'est là qu'au mois de novembre 1844, il lui vint à l'esprit de vérifier le fait énoncé par Davy, relativement à l'abolition de la douleur par les inhalations du protoxyde d'azote. Il fit sur lui-même le premier essai : il respira ce gaz; une fois sous son influence, il se fit arracher une dent, et ne ressentit aucune douleur. A la suite de cet essai favorable, il pratiqua la même opération sur douze ou quinze personnes avec un succès complet. Horace Wels assure même qu'il employa dans le même but l'éther sulfurique; mais ce composé lui parut exercer sur l'économie une action trop énergique; sur les conseils du docteur Marcy, il renonça, s'il faut l'en croire, à en faire usage, et il s'en tint au gaz hilarant.

Assuré de l'efficacité de ce moyen préventif de la douleur, Horace Wels partit pour Boston, dans l'intention de faire connaître sa découverte à la Faculté de médecine. En arrivant à Boston, il se rendit chez son ancien associé Morton, et lui fit part de ce qu'il avait observé. Il vit le même jour le docteur Jackson, qu'il instruisit des mêmes faits. Il se rendit ensuite, accompagné de Morton, chez un professeur de la Faculté, le docteur George Hayward, et lui proposa d'employer le gaz hilarant dans l'une de ses prochaines opérations. M. Hayward accepta cette offre avec empressement : seulement aucune opération ne devait avoir lieu à l'hôpital avant deux ou trois jours; trouvant ce délai trop long, Horace Wels et Morton allèrent trouver un autre professeur, le docteur Charles Warren. Celui-ci accepta la proposition sans difficulté : « Tenez, leur dit-il, cela se rencontre à merveille; nos élèves se réunissent ce soir à l'hôpital pour s'amuser à respirer de l'éther. Vous profiterez de l'occasion, et vous trouverez là des spectateurs tout prêts pour une expérience publique. Préparez donc votre

gaz, et rendez-vous à l'amphithéâtre. Nous ferons l'essai sur un malade à qui l'on doit extraire une dent.

Tout se passa comme il avait été dit. Le soir venu, Morton prit ses instruments, et se rendit avec son confrère à la salle des opérations. Les élèves étaient déjà réunis depuis longtemps. Horace Wels administra le gaz au malade, et se mit en devoir d'arracher la dent. Mais par suite de la variabilité d'action du protoxyde d'azote, ou par l'effet de sa mauvaise préparation, le gaz ne produisit aucun résultat ; le patient poussa des cris, les spectateurs se mirent aussitôt à rire et à siffler, et la séance se termina à la confusion du malheureux opérateur.

Horace Wels se retira le cœur serré. Le lendemain il fit remettre à Morton ses instruments, et repartit pour Hartford. Le triste résultat de cette expérience et le chagrin qu'il éprouva de son échec lui occasionnèrent une grave maladie. Après sa guérison, il abandonna ses recherches et se mit à diriger une exposition d'oiseaux.

Ce n'est que deux ans après cette époque que le nom du docteur Jackson apparaît pour la première fois dans l'histoire de l'éthérisation. Reçu docteur en médecine à l'université de Harward en 1829, Charles Jackson avait été de bonne heure attiré en Europe par le désir d'y perfectionner ses connaissances. Il avait séjourné quelques années à Paris et à Vienne, s'occupant de l'étude des sciences accessoires à la médecine, et particulièrement de géologie et de chimie. De retour à Boston, il ne tarda pas à abandonner sa profession de médecin pour se consacrer tout entier aux recherches de chimie analytique et de géologie. Les beaux travaux qu'il exécuta sur la géologie de plusieurs contrées des États-Unis le firent bientôt distinguer dans cette partie des sciences, et sa réputation parvint jusqu'en Europe, où il était connu comme le plus habile des géologues américains. Nommé inspecteur des mines du Michigan, il ouvrit à Boston des cours publics de chimie, et il recevait dans

son laboratoire un certain nombre d'élèves qui s'exerçaient, sous sa direction, aux travaux de chimie.

Les expériences de Davy sur le gaz hilarant, les tentatives d'Horace Wels pour tirer parti des propriétés de ce gaz, enfin la connaissance généralement répandue en Amérique de l'ivresse particulière occasionnée par les vapeurs d'éther, amenèrent Charles Jackson à examiner de plus près ces faits, dont l'importance était facile à comprendre. Il essaya sur lui-même l'action de l'éther, et reconnut ainsi que son inspiration, faite avec les précautions nécessaires, ne s'accompagne d'aucun danger. En effet, bien avant qu'il songeât à s'occuper de cette question, l'ivresse amenée par l'éther sulfurique était, comme nous l'avons dit, généralement connue en Amérique; mais elle était regardée comme dangereuse. Des jeunes gens qui, dans les laboratoires de chimie, avaient respiré trop longtemps les vapeurs d'éther, en avaient éprouvé des résultats fâcheux. Le docteur Mitchell rapporte qu'à Philadelphie, quelques enfants ayant versé de l'éther dans une vessie, la plongèrent dans l'eau chaude pour vaporiser l'éther, et respirèrent la vapeur qui se forma; il en résulta de graves accidents, et la mort même en fut la suite. Ces faits étaient loin d'être isolés, et le danger attaché aux inhalations de l'éther était unanimement reconnu par les chimistes et les médecins américains, Or, dans l'expérience qu'il fit sur lui-même en 1842, Jackson eut occasion de se convaincre que les accidents observés dans ces circonstances ne devaient se rapporter qu'à l'oubli de quelques précautions indispensables, et que les vapeurs d'éther peuvent être respirées sans inconvénient, quand on les mélange d'une certaine quantité d'air atmosphérique. En même temps il reconnut beaucoup mieux qu'on ne l'avait fait avant lui le caractère de l'ivresse amenée par l'éther, son peu de durée et l'insensibilité qui l'accompagne.

Dans une lettre à M. Joseph Abbot, le docteur Jackson rap-

porte ainsi l'expérience qui le conduisit à ces observations fondamentales :

« L'expérience qui me fit conclure que l'éther sulfurique produisait l'insensibilité, fut faite de la manière suivante : Je pris une bouteille d'éther sulfurique purifié que j'avais dans mon laboratoire ; j'allai dans mon cabinet, je versai de cet éther sur un morceau de linge, et, l'ayant pressé légèrement, je m'assis dans une berceuse. Ayant appuyé ma tête en arrière sur la berceuse, je posai mes pieds sur une chaise, de manière que je me trouvasse dans une position fixe ; je plaçai alors le morceau de toile sur ma bouche et sous mes narines, et je commençai à respirer l'éther. Les effets que je ressentis d'abord furent un peu de toux, puis de la fraîcheur, qui fut suivie d'une sensation de chaleur. Il me vint bientôt de la douleur à la tête et dans la poitrine, des envies de rire et du vertige. Mes pieds et mes jambes étaient engourdis et insensibles ; il me semblait que je flottais dans l'air ; je ne sentais plus la berceuse sur laquelle j'étais assis. Je me trouvai, pendant un espace de temps que je ne puis définir, dans un état de rêverie et d'insensibilité. Lorsque je revins, j'avais toujours du vertige, mais point d'envie de me mouvoir. La toile qui contenait l'éther était tombée de ma bouche ; je n'avais plus de douleur dans la poitrine ni dans la gorge ; mais je ressentis bientôt un tremblement inexprimable dans tout le corps ; le mal de gorge et de poitrine revint bientôt, cependant avec moins d'intensité qu'auparavant.

» Comme je ne m'étais plus aperçu de la douleur, non plus que des objets extérieurs, peu de temps avant et après que j'eus perdu connaissance, je conclus que la paralysie des nerfs de la sensibilité serait si grande, tant que durerait cet état, que l'on pourrait opérer un malade soumis à l'influence de l'éther sans qu'il ressentît la moindre douleur. Me fiant là-dessus, je prescrivis l'emploi de l'éther, persuadé que l'expérience serait couronnée de succès (1). »

Déjà, avant cette époque, M. Jackson avait respiré quelquefois les vapeurs d'éther, non pas à titre d'agent préventif de la

(1) *Défense des droits du docteur Charles T. Jackson à la découverte de l'éthérisation*, par les frères Lord, conseillers, p. 127.

douleur, mais simplement comme remède antispasmodique, car ce moyen était déjà en usage depuis plusieurs années chez les médecins des États-Unis. Ayant eu un jour recours à l'éther pour combattre un rhume violent, accompagné d'une constriction pénible des poumons, il prolongea les inspirations plus qu'à l'ordinaire et ressentit quelques effets d'insensibilité. Il est probable que ce fut là le fait qui lui donna l'idée d'examiner de plus près l'action de l'éther sur l'économie. Au reste, ce dernier point est encore assez obscur par suite des explications tout à fait insuffisantes fournies par M. Jackson sur les circonstances qui l'ont amené à reconnaître l'action stupéfiante de l'éther.

On peut donc résumer dans les termes suivants la part qui revient au chimiste américain dans la découverte de la méthode anesthésique : Jackson établit beaucoup mieux qu'on ne l'avait fait avant lui la nature de l'ivresse éthérée, et mit à peu près hors de doute ce fait capital, assez vaguement aperçu jusque-là, qu'une insensibilité générale ou locale est la conséquence de cet état particulier de l'économie; il reconnut, en outre, le temps très court nécessaire pour amener cette ivresse, la rapidité avec laquelle elle disparaît et le peu de danger qui l'accompagne. On ne peut nier que la découverte de la méthode anesthésique ne se trouvât contenue presque tout entière dans l'application de ces faits.

Tout nous montre cependant que ces idées étaient loin, à cette époque, de se présenter à l'esprit du docteur Jackson avec la simplicité et l'évidence que nous leur prêtons ici. Quatre années se passèrent sans qu'il songeât à les soumettre à un examen plus sérieux. La possibilité de tirer parti de l'éther dans les opérations chirurgicales existait donc dans sa pensée plutôt à l'état d'opinion théorique que comme vérité expérimentalement établie. Rien ne lui était plus facile, s'il en eût été autrement, que de vérifier ses prévisions en administrant l'éther à

un malade soumis à quelque opération chirurgicale. Il n'en fit rien, et se borna, quatre ans après, à indiquer, à titre de simple conseil, l'éther comme propre à faciliter l'exécution d'une opération de faible importance.

Au mois de février 1846, un de ses élèves, Joseph Peabody, souffrait d'un mal de dents, et, redoutant la douleur, voulait se faire magnétiser avant l'opération. Le docteur Jackson lui parla de l'éther sulfurique comme d'un agent utile pour détruire la sensibilité; il lui donna même les instructions nécessaires pour purifier ce liquide et pour le respirer. L'élève promit de s'en servir, et de retour dans son pays, il commença, en effet, à distiller de l'éther dans cette intention; mais ayant trouvé, dans les ouvrages qu'il consulta, toutes les autorités contraires à l'idée de son maître, il renonça à son projet.

Six mois après, le docteur Jackson trouva un expérimentateur plus docile. Ce fut le dentiste William Morton.

Une polémique très animée s'est élevée entre Morton et Jackson à propos de la découverte de l'anesthésie. Les deux adversaires ont échangé un grand nombre de lettres et deux ou trois brochures destinées à défendre leurs droits respectifs à la priorité de cette invention. Par les soins des deux parties, une enquête minutieuse a été ouverte, et selon l'usage américain, on a produit des deux côtés un grand nombre de témoignages assermentés (*affidavit*). La comparaison attentive de ces divers documents permet de fixer le rôle que chacun d'eux a joué dans cette grande affaire. Il est parfaitement établi pour nous, en dépit de ses assertions contraires, que Morton ne savait pas le premier mot de la question de l'anesthésie, lorsque, le 1er septembre 1846, le docteur Jackson lui communiqua, dans une conversation, toutes ses idées à cet égard. Comme l'entretien de Jackson et Morton est, au point de vue historique, d'une importance capitale, on nous permettra de le rap-

porter; il est facile de le rétablir, grâce aux dépositions assermentées qui en ont consigné les termes (1).

Le 1er septembre 1846, le docteur Jackson travaillait dans son laboratoire avec deux de ses élèves, George Barnes et James Mac-Intyre, lorsque William Morton entra dans la salle et demanda qu'on voulût bien lui prêter un petit sac de gomme élastique.

— Il vient de m'arriver, dit-il, une dame fort timorée qui redoute beaucoup la douleur et qui demande à être magnétisée avant l'opération. Je crois qu'en remplissant un sac d'air atmosphérique et lui faisant respirer cet air, j'agirai sur son imagination et pourrai pratiquer mon opération tout à mon aise.

Ayant reçu de M. Jackson le sac de gomme élastique, Morton demanda comment il devait s'y prendre pour le gonfler.

— Tout simplement, dit Jackson, avec la bouche ou bien avec un soufflet. Mais, continua le docteur, votre projet me paraît bien absurde, monsieur Morton; votre malade ne se laissera pas tromper si niaisement, et vous n'aboutirez qu'à vous rendre ridicule.

— Je ne vois pas cela, reprit Morton; je crois, au contraire, que mon sac bien gonflé d'air aura une apparence formidable, et que je ferai ainsi accroire à ma cliente tout ce qu'il me plaira.

En disant ces mots, il mit le sac sous son bras, et le pressant plusieurs fois avec le coude, il montrait de quelle manière il se proposait d'agir.

— Si je peux seulement réussir à lui faire ouvrir la bouche, je réponds d'arracher sa dent. Ne connaissez-vous pas la puissance des effets de l'imagination? Et n'est-il pas vrai qu'un homme est mort par le seul effet de sa frayeur, lorsque, après

(1) Voyez à la fin du volume (Note VIII) le texte des dépositions de Georges Barnes et de James Mac-Intyre.

avoir légèrement piqué son bras, on y fit couler un filet d'eau chaude?

Comme il se mettait à raconter les détails de ce fait, Jackson l'interrompit :

— Allons donc, monsieur Morton! je ne pense pas que vous ajoutiez foi à de pareilles histoires. Renoncez à cette idée; vous ne réussirez qu'à vous faire dénoncer comme imposteur.

Il y eut ici une pause de quelques instants. Le docteur reprit alors :

— Ne pourriez-vous essayer sur votre malade le gaz hilarant de Davy ?

— Sans doute, répondit Morton. Je connais les propriétés de ce gaz, car j'assistais à l'expérience d'Horace Wels. Mais pourrai-je réussir moi-même à le préparer?

— Non, répondit le docteur; vous ne sauriez vous passer de l'assistance d'un chimiste. Vous n'obtiendriez, sans cela, qu'un gaz impur, et vous n'aboutiriez qu'à une déconvenue, comme il arriva à ce pauvre diable d'Horace.

— Mais, vous-même, docteur, dit Morton, ne pourriez-vous avoir la bonté de me préparer un peu de ce gaz.

— Non, j'ai d'autres affaires.

— Au fait, dit Morton terminant là l'entretien, je m'en soucie peu. Je vais toujours me servir du sac.

Et, sur ces dernières paroles, il se dirigea vers la porte et sortit, balançant à la main son sac de caoutchouc.

Pendant qu'il s'éloignait, Jackson se ravisa. L'occasion lui parut bonne sans doute pour tenter une expérience décisive; l'insoucieux et entreprenant dentiste convenait parfaitement pour un essai de cette nature dont l'issue pouvait devenir fâcheuse et dont il redoutait pour lui-même les conséquences et la responsabilité. Il sortit du laboratoire et rappela Morton, qui se trouvait déjà dans la rue. Ils rentrèrent tous les deux dans le laboratoire.

— Écoutez, Morton, dit le docteur, j'ai quelque chose de mieux à vous proposer. J'ai depuis longtemps une idée en tête, et vous êtes l'homme qu'il faut pour la mettre à exécution. Allez de ce pas chez l'apothicaire Burnett, et achetez une once d'éther sulfurique. Prenez surtout l'éther le plus pur, c'est-à-dire celui qui a été rectifié par une seconde distillation. Versez-en un peu sur un mouchoir, et faites-le respirer à votre malade. Au bout de quatre ou cinq minutes, vous obtiendrez une insensibilité complète.

— De l'éther sulfurique ! dit Morton. Qu'est-ce que cela ? Est-ce un gaz ? En avez-vous un peu ? Montrez-m'en, je vous prie (1).

Le docteur Jackson alla prendre dans une armoire un flacon d'éther et le montra au dentiste, qui se mit à l'examiner comme s'il n'en avait jamais vu.

— Votre liquide, dit-il, a une singulière odeur. Mais êtes-vous bien convaincu que j'obtiendrai l'effet dont vous parlez, et que les malades ne peuvent courir aucun risque ?

Jackson répondit du succès, et, à l'appui de l'innocuité de l'expérience, il rappela que les écoliers du collége de Cambridge, qui étaient dans l'habitude de respirer l'éther par amusement, ne s'en étaient jamais trouvés incommodés.

Morton ne paraissait nullement rassuré, et son interlocuteur faisait tous ses efforts pour le persuader.

(1) Pour comprendre l'importance de ce mot de Morton, il faut savoir qu'après le succès de la méthode anesthésique, ce dernier ayant revendiqué pour lui seul l'honneur de cette découverte, assura qu'il avait fait des expériences avec l'éther dès l'année 1843. Il est assez singulier dès lors que, pendant sa conversation avec Jackson, il ne connaisse point l'éther et demande si c'est un gaz. Pour expliquer cette contradiction, Morton a avancé plus tard que son ignorance, sous ce rapport, était simulée, et qu'il voulait seulement tenir ainsi ses expériences cachées au docteur Jackson qu'il savait occupé du même sujet. Tout cela paraît fort invraisemblable, et dans tous les cas cette réticence ne dépose guère en faveur de la sincérité du dentiste.

— Je crains fort, disait le dentiste, d'incommoder ma cliente.

— N'ayez aucune crainte, répondait Jackson ; j'ai fait cette expérience sur moi-même. Après une douzaine d'inspirations, votre malade s'affaissera sur sa chaise et tombera dans une insensibilité absolue. Vous en ferez alors tout ce que vous voudrez.

Les deux élèves de Jackson, George Barnes et James Mac-Intyre, s'étaient rapprochés dans cet intervalle, et écoutaient la conservation. Morton s'adressa à l'un d'eux :

— Croyez-vous, Mac-Intyre, que cette expérience soit sans danger, et oseriez-vous la tenter sur vous-même ?

— Certainement, répondit l'élève.

— Mais, reprit alors Jackson, il y a un moyen bien simple de vous convaincre du peu de danger de cette expérience. Enfermez-vous dans votre cabinet, versez de l'éther sur un mouchoir et respirez-le pendant quelques minutes ; vous ne tarderez pas à ressentir les effets que je vous annonce. Tenez, ajouta-t-il, cela vaudra mieux encore : prenez ce petit appareil, l'inspiration des vapeurs sera plus facile.

Et il lui remit un flacon à deux ouvertures, muni de ses tubes de verre.

—C'est bien, répondit Morton ; je vais tout de suite en faire l'essai.

Le dentiste se rendit du même pas à la pharmacie de Burnett et acheta une once d'éther sulfurique. Il rentra chez lui, s'enferma dans son cabinet, et s'il faut l'en croire, il fit sur lui-même l'expérience.

« Assis dans le fauteuil d'opérations, je commençai, dit Morton, à respirer l'éther. Je le trouvai tellement fort, qu'il me suffoqua en partie ; mais il produisit un effet décidé. J'en saturai mon mouchoir, et je l'inhalai. Je regardai ma montre ; je perdis bientôt connaissance. En revenant à moi, je sentis de l'engourdissement

dans mes jambes, avec une sensation semblable à un cauchemar. J'aurais donné le monde entier pour que quelqu'un vînt me réveiller. Je crus un moment que j'allais mourir dans cet état et que le monde ne ferait que me prendre en pitié ou tourner en ridicule ma folie. A la fin, je sentis un léger chatouillement de sang à l'extrémité de mon doigt, et je m'efforçai de le toucher avec le pouce, mais sans succès. Un deuxième effort m'amena à le toucher, mais sans éprouver aucune sensation. Peu à peu je me trouvai solide sur mes jambes, et je me sentis revenu entièrement à moi; je regardai sur-le-champ à ma montre, et je calculai que j'étais demeuré insensible l'espace de sept ou huit minutes (1). »

Heureux de son succès, Morton s'empressa de l'annoncer aux personnes employées dans sa maison, et il attendit avec une impatience facile à comprendre qu'un malade voulût bien se prêter à une expérience plus complète.

L'occasion s'offrit le soir même. A neuf heures, un habitant de Boston, nommé Eben Frost, se présenta chez lui souffrant d'un violent mal de dents, mais craignant la douleur et désirant être magnétisé pour ne rien sentir.

— J'ai mieux que cela, dit Morton.

Il versa de l'éther sur son mouchoir et le fit respirer à son client. Celui-ci ne tarda pas à perdre connaissance. Un de ses confrères, le docteur Hayden, qui avait voulu être témoin de l'expérience, tenait une lampe pour éclairer l'opérateur. Morton prit ses instruments et arracha une dent barrée qui tenait par de fortes racines. La figure du patient ne fit pas un pli. Au bout de deux minutes, il se réveilla et vit sa dent par terre. Il n'avait ressenti aucune douleur et ne pouvait se rendre compte de rien. Il demeura encore vingt minutes dans le cabinet du dentiste, et sortit parfaitement remis, après avoir signé un certificat constatant le fait.

(1) *Mémoire sur la découverte du nouvel emploi de l'éther sulfurique*, par W. Morton, p. 17.

Morton était transporté de joie. Le lendemain il courut chez Jackson pour lui raconter l'événement : il ne pensait pas encore à réclamer pour lui seul la pensée de l'invention ; il ne voulait pas encore être la tête d'une découverte dont il n'avait été que le bras.

Jackson ne parut pas surpris le moins du monde.

— Je vous l'avais dit, répondit-il sans s'émouvoir davantage.

Ils commencèrent alors à s'entretenir des moyens de poursuivre les applications d'un procédé si remarquable et si nouveau.

— Je vais, dit Morton, employer l'éther chez toutes les personnes qui se présenteront à mon cabinet.

— Voilà qui est parfait, dit Jackson, mais cela ne suffit point. Allez, sans plus tarder, chez le docteur Warren, chirurgien de l'hôpital général ; faites-lui part de ce que vous avez fait, et proposez-lui d'employer l'éther dans une opération sérieuse. Personne ne croirait à la valeur de ce procédé, si l'on se bornait à l'employer pour une opération aussi simple que celle d'une extraction de dent. Il arrive souvent que les malades n'éprouvent aucune douleur, si cette opération est faite avec promptitude et par un tour de main adroit. On mettrait donc le défaut de sensibilité sur le compte de l'imagination. Il faut donner au public une démonstration tout à fait sans réplique.

Le dentiste faisait beaucoup d'objections pour se rendre à l'hôpital.

— Mais si nous allons faire à l'hôpital une expérience publique, tout le monde reconnaîtra l'odeur de l'éther, et notre découverte sera aussitôt divulguée. Ne pourrait-on pas ajouter à l'éther quelque arome étranger qui en dissimulât l'odeur ?

— Oui, répondit Jackson en riant, quelque essence française, comme l'essence de roses ou de néroli. Après l'opération,

le malade exhalera un parfum de roses, et le public ne saura plus que penser. Mais sérieusement, ajouta Jackson, croyez-vous que j'aie l'intention de faire à mon profit le monopole d'une découverte pareille ? Détrompez-vous. Ce que je vous ai communiqué, je l'annoncerai à tous mes confrères.

Morton se décida enfin à se rendre à l'hôpital. Il vit le docteur Warren, et lui raconta son opération de la veille ; seulement il ne dit pas un mot de la part que M. Jackson avait eue dans la découverte, et s'en attribua tout l'honneur. Acceptant avec empressement la proposition du dentiste, le docteur Warren promit de saisir la première occasion qui s'offrirait d'employer l'éther dans une opération chirurgicale.

En attendant, Morton continua d'administrer l'éther aux clients qui se présentaient chez lui. Pour son second essai, il éthérisa un petit garçon qui ressentit un peu de malaise et éprouva quelques vomissements. On fut obligé de ramener le petit malade en voiture ; la famille s'alarma, et un médecin déclara qu'on l'avait empoisonné. Les parents étaient furieux, on parlait d'attaquer le dentiste devant les tribunaux ; le succès de nouvelles opérations, dont le bruit commençait à se répandre dans la ville, calma heureusement cette émotion.

Cependant le moment approchait où l'expérience décisive devait s'accomplir à l'hôpital de Boston. Morton employa cet intervalle à faire construire, avec l'assistance de M. Gould, médecin versé dans les connaissances chimiques, un appareil très convenable pour l'administration des vapeurs éthérées. C'était un flacon contenant une éponge imbibée d'éther, muni de deux tubulures et portant deux soupapes inverses pour donner un accès à l'air et une issue à la vapeur.

C'est le 14 octobre 1846 que le docteur Warren exécuta cette expérience mémorable, en présence de tous les élèves de la Faculté de médecine et d'un grand nombre de praticiens de Boston. L'opération devait avoir lieu à dix heures ; Morton se

fit longtemps attendre. Il entra enfin au moment où le chirurgien, n'espérant plus le voir arriver, allait procéder à l'opération; il tenait à la main l'appareil que le fabricant venait seulement de terminer. Quant au docteur Jackson, il ne parut point : Morton avait été messager infidèle; il n'avait pas prévenu son confrère, qui était parti ce jour-là pour les mines du Maryland.

L'opération se fit avec un bonheur complet. Morton ayant appliqué le tube aspirateur sur la bouche du malade, l'insensibilité se manifesta au bout de trois minutes. Il s'agissait d'enlever une tumeur volumineuse du cou. Le chirurgien fit une incision de trois pouces, et commença à disséquer les tissus à travers les nerfs et les nombreux vaisseaux de cette région. Il n'y eut, de la part du patient, aucune expression de douleur; seulement il commença, après les premiers coups de bistouri, à proférer des paroles incohérentes, et parut agité jusqu'à la fin de l'opération; mais il déclara, en revenant à lui, n'avoir senti rien autre chose qu'une espèce de grattement. Des acclamations et des applaudissements retentirent aussitôt dans la salle, et les spectateurs se retirèrent en proie aux émotions les plus vives.

Le lendemain, une autre expérience fut exécutée dans le même hôpital, par le docteur Hayward, sur une femme qui portait une tumeur au bras. L'inspiration des vapeurs fut continuée pendant tout le temps de l'opération; il n'y eut aucun signe de douleur; quelques murmures se firent entendre à la fin de l'opération, mais à son réveil, la malade les attribua à un rêve pénible qu'elle avait eu, et déclara n'avoir rien senti.

Le 7 novembre, le docteur Bigelow pratiqua, avec l'éther, une amputation de cuisse. Le même jour, il lut à la Société médicale de Boston un mémoire détaillé sur les faits précédents, et l'éthérisation fut dès ce moment une découverte publique et avérée.

La gloire d'avoir attaché son nom à une conquête scientifique aussi précieuse, et l'honneur qui lui revenait pour avoir hâté, par son heureuse audace, le moment de sa réalisation, ne suffirent point à William Morton. Il eut la triste pensée de monopoliser à son profit une découverte qui devait appartenir à l'humanité tout entière. Il voulut se placer sous la sauvegarde illibérale d'un brevet, et exiger une redevance de tous ceux qui voudraient jouir de ce bienfait nouveau; ainsi il ne consentait à affranchir de la douleur que ceux qui auraient le moyen de payer ce privilége. Le docteur Jackson résista longtemps à cette prétention honteuse; disons-le, cependant, il eut le tort de céder. M. Jackson allègue pour excuse qu'il ne consentit à laisser figurer son nom sur le brevet que pour maintenir ses droits à la priorité de l'invention. Le brevet qui leur fut délivré aux États-Unis représente, en effet, Jackson comme inventeur et Morton comme propriétaire, chargé d'exploiter la découverte. On est heureux, d'ailleurs, de trouver, dans des dépositions authentiques, les preuves du désintéressement de Jackson. Elles résultent du témoignage même de l'homme d'affaires de Morton, M. Eddy, qui fut chargé de solliciter le brevet. Dans son *affidavit*, M. Eddy raconte que, lorsqu'il alla trouver le docteur Jackson pour le décider à demander le brevet, « il le trouva imbu de ces préjugés, vieux et abandonnés depuis longtemps, contre les brevets d'invention. » Il fit tous ses efforts pour combattre ses scrupules; mais Jackson répondit « qu'il ne croyait pas qu'il fût compatible, avec le principe des sciences libérales, de monopoliser une découverte. » Lorsque, plus tard, Morton, persistant dans son dessein, envoyait dans toute l'étendue des États-Unis des agents chargés de vendre aux chirurgiens le droit d'employer l'éther, Jackson ne cessa de réclamer contre ces honteuses entraves. Il déclarait le brevet sans valeur et déplorait d'y voir son nom attaché. Il publia même une protestation contre le contrat qu'il avait si

inconsidérément accepté, et, dans un entretien qu'il eut à ce sujet avec le président des États-Unis, il déclara combien il regrettait d'avoir cédé aux instances de son associé. Enfin, Morton lui ayant adressé un *bon* pour toucher une part de ses bénéfices, M. Jackson poussa le *préjugé* jusqu'à déchirer le mandat. Au mois de novembre, M. Eddy l'ayant informé qu'il tenait à sa disposition une somme assez considérable provenant de la même source, il refusa de l'accepter. Ainsi, la postérité n'oubliera pas que si, égaré mal à propos par sa sollicitude à maintenir ses droits d'inventeur, Jackson eut la faiblesse de se mettre de moitié dans une mesure qui retarda pendant quelque temps la diffusion d'un bienfait public, du moins il fit tous ses efforts pour renverser les obstacles qu'il avait lui-même contribué à élever.

CHAPITRE IV.

L'éthérisation en Europe.

M. Boot, dentiste de Londres, reçut, le 17 décembre 1846, une lettre de William Morton qui l'informait de la nouvelle découverte. Il s'empressa de la communiquer à l'un de ses confrères, M. Robinson, praticien distingué, qui fit construire aussitôt un appareil inhalateur parfaitement conçu, et qui est encore aujourd'hui en usage en Angleterre. A l'aide de cet appareil, il administra l'éther à un de ses clients, qui subit sans douleur l'extraction d'une dent. Deux jours après, le 19 décembre, M. Liston pratiquait, à l'hôpital du collége de l'Université, une amputation de cuisse et un arrachement de l'ongle du gros orteil, sans que les malades eussent conscience de ces opérations. MM. Guthrie, Lawrence, Morgan, les deux neveux d'Astley Cooper, M. Fergusson, à l'hôpital du *King's College*,

et M. Tattum, à l'hôpital Saint-George, répétaient, quelques jours après, les mêmes tentatives, qui, cependant, ne furent pas toutes heureuses.

Les expériences des chirurgiens anglais furent arrêtées pendant quelques jours par les réclamations d'un agent de Morton, qui parlait de secret et de brevet, et menaçait de poursuivre en justice ceux qui feraient usage, sans son autorisation, du procédé nouveau. Cependant les chirurgiens furent bientôt rassurés par les gens de loi; on laissa dire l'agent des inventeurs, et l'on reprit avec une ardeur nouvelle l'étude des faits extraordinaires qui allaient produire dans la médecine opératoire une transformation si profonde.

A la même époque, un praticien éminent de la Faculté de Paris fut informé, par une lettre venue d'Amérique, de la découverte de Jackson; mais on lui offrait seulement d'essayer et d'acheter le procédé, que l'on tenait secret. M. Velpeau refusa prudemment d'expérimenter sur ses malades un agent dont on lui cachait la nature. C'est à M. Jobert (de Lamballe) que revient l'honneur d'avoir le premier constaté en France l'action stupéfiante de l'éther. Le 22 décembre, c'est-à-dire trois jours après le docteur Robinson, M. Jobert pratiqua, à l'hôpital Saint-Louis, avec l'assistance d'un jeune docteur américain, un premier essai qui, toutefois, n'eut aucun succès, par suite de la mauvaise disposition de l'appareil. Mais la même tentative, répétée deux jours après, réussit complétement.

M. Malgaigne, collègue de M. Jobert à l'hôpital Saint-Louis, s'empressa, de son côté, d'expérimenter l'éther dans son service chirurgical, et le 12 janvier 1847, il communiquait à l'Académie de médecine le résultat de ses observations. Il exposa les faits sur lesquels reposait la méthode américaine, et en fit connaître les procédés d'exécution. Sur cinq opérés, M. Malgaigne ne pouvait annoncer qu'un seul cas de réussite; mais il attribuait cette circonstance à l'imperfection de l'appa-

reil : des dispositions mieux entendues pour le tube inspirateur devaient faire prochainement disparaître les causes d'insuccès.

Six jours après, M. Velpeau informa l'Académie des sciences des faits qui commençaient à occuper très vivement les esprits. Cependant, M. Velpeau ne parlait encore qu'avec une certaine défiance : il redoutait pour les malades l'effet stupéfiant de l'éther, et ne paraissait pas disposé à croire que l'insensibilité pût se prolonger assez longtemps pour permettre d'exécuter une opération d'une certaine importance. Mais tous ces doutes ne tardèrent pas à s'évanouir. A mesure que la construction des appareils se perfectionnait, les cas de résistance à l'action de l'éther devenaient plus rares. M. Velpeau, M. Roux, M. Jobert, M. Laugier, apportèrent à l'Académie des sciences des faits devant lesquels devaient disparaître toutes les hésitations.

Pour montrer avec quelle promptitude furent dissipées les appréhensions qui avaient accueilli les premiers résultats de la méthode américaine, nous rapporterons la communication pleine d'intérêt faite par M. Velpeau à l'Académie des sciences le 1er février 1847. Voici en quels termes ce chirurgien parlait d'une découverte qu'il avait accueillie, quinze jours auparavant, avec tant de réserve :

« Dans deux autres séances, dit M. Velpeau, en entretenant l'Académie de l'effet de vapeurs éthérées sur les malades qu'on veut opérer, j'ai fait remarquer que la chirurgie ne tarderait pas à savoir à quoi s'en tenir sur la réalité des faits annoncés. Lundi dernier, la question était déjà assez avancée pour m'autoriser à dire qu'elle me paraissait pleine d'avenir : aujourd'hui les observations se sont multipliées de toutes parts, en France, comme en Angleterre, comme en Amérique ; de toutes parts aussi, les faits, confirmés les uns par les autres, deviennent d'un intérêt immense.

» J'avais émis la pensée que le relâchement des muscles observé par moi sur un premier malade soumis à l'inhalation de

l'éther deviendrait utile s'il était possible de le reproduire à volonté, pour la réduction de certaines fractures ou de certaines luxations. Je trouvai à l'hôpital de la Charité, le lendemain même du jour où je manifestais cet espoir, un homme jeune, robuste, vigoureux, fortement musclé, qui était atteint d'une fracture de la cuisse droite. Naturellement exalté, très impressionnable, cet homme se livrait malgré lui à des contractions presque convulsives dès qu'on tentait de le toucher pour redresser ses membres. Soumis à l'inhalation de l'éther, il tomba bientôt dans une sorte d'ivresse, avec agitation des sens et loquacité. La sensibilité s'éteignit chez lui au bout de cinq minutes; les muscles se relâchèrent, et nous pûmes redonner à sa cuisse la longueur et la forme désirables, sans qu'il ait paru souffrir ou s'en apercevoir.

» Le jour suivant, j'eus à opérer un homme, également vigoureux et fort, d'une tumeur qu'il avait au-dessous de l'oreille gauche, et qui pénétrait dans le creux de la région parotidienne. Cette région, remplie de nerfs, de vaisseaux et de tissus filamenteux ou glanduleux très serrés, est une de celles (tous les chirurgiens le savent) où les opérations occasionnent le plus de douleur. Soumis à l'action de l'éther, le malade est tombé dans l'insensibilité au bout de trois minutes ; l'opération était à moitié pratiquée, sans qu'il eût fait de mouvement ou proféré des cris. Il s'est mis ensuite à parler, à vouloir se remuer, à nous prier d'ôter notre *camphre qui le gênait*, mais sans avoir l'air de songer à ce que je faisais. Une fois l'opération terminée, il est rentré peu à peu dans son bon sens, et nous a expliqué comme quoi il venait de faire un rêve dans lequel il se croyait occupé à une partie de billard. L'agitation, les paroles que nous avions remarquées, tenaient, nous a-t-il dit, aux nécessités de son jeu, et surtout à ce que quelqu'un venait de lui enlever un cheval laissé à la porte pendant qu'il achevait sa partie. Quant à l'opération, il ne l'avait sentie en aucune façon, il ne s'en était point aperçu ; seulement, en invoquant ses souvenirs et ses sensations, il nous a soutenu qu'il entendait très bien mes coups de bistouri, qu'il en *distinguait le cric-crac*, mais qu'il ne les sentait point, qu'ils ne lui causaient aucune douleur.

» Une malheureuse jeune femme, accouchée depuis six semaines, entre à l'hôpital pour un vaste dépôt dans la mamelle. Ce dépôt ayant besoin d'être largement incisé, je propose à la malade de la soumettre préalablement aux inhalations de l'éther ;

elle s'y soumet comme pour essayer, et en quelque sorte sans intention d'aller jusqu'au bout. Il lui suffit, en réalité, de quatre ou cinq inspirations de moins d'une minute pour perdre la sensibilité, sans agitation, sans réaction préalable. Son visage se colore légèrement, ses yeux se ferment ; je lui fends largement le sein, sans qu'elle manifeste le plus léger signe de douleur ; une minute après, elle ouvre les yeux, semble sortir d'un sommeil léger, paraît un peu émue, et nous dit : *Je suis bien fâchée que vous ne m'ayez pas fait l'opération*. Au bout de quelques secondes elle a repris ses sens, voit que son abcès est incisé, et nous affirme de la manière la plus formelle qu'elle ne s'est point aperçue de l'opération, qu'elle ne l'a nullement sentie.

» Un pauvre jeune homme a besoin de subir l'amputation de la jambe, par suite d'une maladie incurable des os du pied : l'inhalation éthérée le rend insensible au bout de trois ou quatre minutes ; j'incise, je coupe la peau et toutes les chairs, j'opère la section des os. La jambe est complétement tranchée, deux artères sont déjà liées, et le malade, naturellement très craintif, très disposé à crier, n'a encore montré aucun signe de douleur ; mais, au moment où une troisième ligature, qui comprend un filet nerveux en même temps que l'artère, est appliquée, il relève la tête et se met à crier ; seulement ses cris semblent s'adresser à autre chose qu'à l'opération : il se plaint d'être malheureux, d'être né pour le malheur, d'avoir éprouvé assez de malheurs dans sa vie, etc. Revenu à lui trois minutes après, il a dit n'avoir rien senti, absolument rien, ne pas s'être aperçu de l'opération, et ne pas se souvenir non plus qu'il eût crié, qu'il eût voulu remuer. Il s'est simplement souvenu que, pendant son sommeil, les malheurs de sa position lui étaient revenus à l'esprit et lui avaient causé une émotion plus vive qu'à l'ordinaire.

» Chez une jeune fille, sujette à des convulsions hystériques, et qui était venue à l'hôpital pour se faire arracher un ongle rentré dans les chairs, les vapeurs d'éther ont paru produire un des accès dont la jeune malade avait déjà été affectée. Quoiqu'elle parût insensible pendant cet accès, je n'ai pas jugé convenable cependant de la soumettre à l'opération. Revenue à son état naturel, elle a soutenu que les piqûres, que les pincements dont on lui parlait, et qu'elle avait en effet supportés, n'avaient nullement été sentis par elle. Un second essai a été suivi des mêmes phénomènes ; seulement comme l'opération qu'elle avait à subir est très

douloureuse, et une de celles dont la vivacité des douleurs est en quelque sorte proverbiale, et comme cette malade affirmait que les mouvements dont nous avions été témoins étaient complétement étrangers à ce qu'on avait pu lui faire pendant qu'elle était sous l'influence de l'éther, je pensai devoir revenir une troisième fois à l'expérience. Cette fois-ci, l'inhalation produit son effet en deux minutes et demie. Je procède ensuite à la fente de l'ongle, dont j'arrache successivement les deux moitiés : pas un mouvement, pas un cri, pas un signe de souffrance ne se manifeste pendant l'opération ; et cependant cette pauvre jeune fille paraissait voir et comprendre ce que je faisais, car, au moment où je m'apprêtais à lui saisir l'orteil, elle a relevé la tête, comme pour s'asseoir et en me regardant d'un air hébété ; si bien que j'ai cru devoir lui faire placer la main d'un des assistants devant les yeux. Deux minutes après, elle avait repris connaissance, et nous a dit n'avoir rien senti, n'avoir nullement souffert ; puis elle a été prise d'un léger accès de convulsion, qui n'a duré que quelques instants.

» Un homme du monde, très impressionnable, très nerveux, s'est trouvé dans la dure nécessité de se faire enlever un œil depuis longtemps dégénéré. Soumis préalablement à l'action de l'éther, deux ou trois fois, à quelques jours d'intervalle, il s'est promptement convaincu que cet agent le rendait insensible. Tout étant convenablement disposé, je l'ai mis en rapport avec l'appareil à inhalation : cinq minutes ont été nécessaires pour amener l'insensibilité. Alors j'ai pu détacher les paupières, diviser tous les muscles qui entourent l'œil, couper le nerf optique, disséquer une tumeur adjacente, remplir l'orbite de boulettes de charpie, nettoyer le visage, compléter le reste du pansement et appliquer le bandage, sans que le malade ait exécuté le moindre mouvement, jeté le plus léger cri, manifesté la moindre sensibilité. Ce n'est que deux minutes après l'application de l'appareil qu'il est revenu à lui. Homme intelligent, d'un esprit cultivé, il a pu nous rendre compte de ses sensations et nous a dit qu'il n'avait nullement souffert, qu'il n'avait rien senti ; que par moments il s'apercevait bien qu'on lui tirait quelque chose dans l'orbite, qu'un certain bruit se passait par là, mais sans lui faire de mal, sans lui causer de douleurs. Il entendait bien aussi que je parlais près de lui, que je m'entretenais avec les aides ; mais il n'avait pas conscience de ce que je demandais, de ce que nous disions. Il se

trouvait d'ailleurs dans un état étrange d'engourdissement, d'inaptitude aux mouvements, à la parole ; en somme, il s'était trouvé dominé, pendant toute l'opération, par un cauchemar et des pensées pénibles, relatives à des objets qui lui sont personnels.

» Ce matin même, il m'a fallu enlever une portion de la main à un ouvrier imprimeur, pour remédier à une tumeur fongueuse compliqué de carie des os. Très excitable, craignant beaucoup la douleur, ce malade a désiré qu'on lui procurât, nous a-t-il dit, le bénéfice de la *précieuse découverte*. Au bout de trois ou quatre minutes, il s'est trouvé insensible. Les premières incisions n'ont paru lui causer aucune souffrance; mais vers la moitié de l'opération il s'est mis à crier, à se débattre, à faire des mouvements comme pour s'échapper; les élèves se sont empressés de le contenir, et, l'opération ainsi que le pansement une fois terminés, cet homme, reprenant son état naturel, s'est empressé, en nous faisant des excuses, de nous expliquer comme quoi les mouvements auxquels il venait de se livrer étaient étrangers à son opération. Ils avaient rapport, nous a-t-il dit, à une querelle d'atelier. Il s'imaginait qu'un de ses camarades lui tenait une des mains, en même temps qu'un second camarade le retenait par la jambe, afin de l'empêcher de courir prendre part à la querelle qui existait dans la chambre. Quant à l'opération, il a protesté ne l'avoir point sentie, n'en point avoir éprouvé de douleur, quoiqu'il n'ignorât pas néanmoins qu'elle venait d'être pratiquée.

» Tels sont les principaux faits qui me sont propres et que j'ai pu étudier dans le courant de cette dernière semaine. J'ajouterai qu'une foule de médecins et d'élèves se sont maintenant soumis aux inhalations éthérées, afin d'en mieux apprécier les effets. Quelques-uns d'entre eux s'y soumettent plutôt avec plaisir qu'avec répugnance : or, tous arrivent plus ou moins promptement à perdre la sensibilité. Il en est quelques-uns, deux entre autres, qui en sont venus, par des exercices répétés, à pouvoir indiquer toutes les phases du phénomène, dire où il convient de les piquer, de les pincer, ce qu'ils sentent, ce qu'ils ne sentent pas. Bien plus, chose étrange et à peine croyable, ils sont arrivés, en perdant leur sensibilité tactile, à conserver si bien les autres facultés intellectuelles, qu'ils peuvent se pincer, se piquer, et en quelque sorte se disséquer eux-mêmes, sans se causer de douleurs, sans se faire souffrir.

» On le voit, il n'y a plus moyen d'en douter, la question des

inhalations de l'éther va prendre des proportions tout à fait imprévues. Le fait qu'elle renferme est un des plus importants qui se soient vus, un fait dont il n'est déjà plus possible de calculer la portée, qui est de nature à impressionner, à remuer profondément, non-seulement la chirurgie, mais encore la physiologie, la chimie, voire même la psychologie. Voyez cet homme qui entend les coups de bistouri qu'on lui donne, et qui ne les sent pas ; remarquez cet autre qui se laisse couper ou une jambe ou une main, sans s'en apercevoir, et qui, pendant qu'on l'opère, s'imagine jouer au billard ou se quereller avec des camarades ! Voyez-en un troisième qui reste dans un état de béatitude, de contentement, qui se trouve très à son aise pendant qu'on lui morcelle les chairs ! Voyez, enfin, ce jeune homme qui conserve tous ses sens, assez du moins pour s'armer d'une pince et d'un bistouri, et venir porter le couteau sur ses propres organes ! N'y a-t-il pas là de quoi frapper, éblouir l'homme intelligent par tous les côtés à la fois, de quoi bouleverser l'imagination du savant le plus impassible ?

» Il n'y a plus maintenant d'opération chirurgicale, quelque grande qu'elle soit, qui n'ait profité des bienfaits de cette magnifique découverte. La taille, cette opération si redoutable et si redoutée, vient d'être pratiquée sans que le malade s'en soit aperçu. Il en a été de même de l'opération de la hernie étranglée. Une malheureuse femme, dans le travail de l'enfantement, ne peut accoucher seule : l'intervention du forceps est réclamée, l'inhalation de l'éther est mise en jeu, et l'accoucheur délivre la malade sans lui causer de souffrances, sans qu'elle s'en aperçoive.

» Si la flaccidité du système musculaire venait à se généraliser sous l'influence des inspirations éthérées, qui ne voit le parti qu'on pourrait tirer de ce moyen, quand il s'agit d'aller chercher au sein de l'utérus l'enfant qu'il faut extraire artificiellement ? C'est qu'en effet, dans cette opération, les obstacles, les difficultés, les dangers viennent presque tous des violentes contractions de la matrice.

» De ce que j'ai vu jusqu'à présent, de l'examen sérieux des faits, il résulte que l'inhalation de l'éther va devenir la source d'un nombre infini d'applications, d'une fécondité tout à fait inattendue, une mine des plus riches, où toutes les branches de la médecine ne tarderont pas à puiser à pleines mains. Elle sera le point de départ de notions si variées et d'une valeur si grande, à quelque point de vue qu'on les envisage, qu'il m'a paru nécessaire d'en

saisir, dès à présent, l'Académie des sciences, et que je me demande si l'auteur d'une si remarquable découverte ne devrait pas être bientôt lui-même l'objet de quelque attention dans le sein des sociétés savantes (1). »

Après de tels faits, après de si étonnants résultats, il n'y avait plus de doutes à conserver; l'emploi de l'éther fut introduit dès ce moment dans tous les hôpitaux de la capitale. Les appareils d'inhalation se perfectionnèrent rapidement; les mémoires s'entassèrent sur les bureaux des sociétés savantes; une véritable fièvre de recherches et de publications s'empara du corps médical : chacun voulait contribuer pour sa part à l'étude d'une question si féconde dans ses conséquences. C'est en vain que quelques apôtres de la douleur essayèrent de condamner cet universel élan. On laissa M. Magendie vanter tout à son aise l'utilité de la douleur dans beaucoup d'opérations chirurgicales et « protester contre des essais imprudents au nom de la morale et de la sécurité publiques. » La suprême morale, c'est d'alléger, autant qu'il est en nous, les souffrances de nos semblables.

Le zèle et l'ardeur des praticiens de la capitale ne tardèrent pas à se communiquer aux chirurgiens du reste de la France. Les hommes éminents qui conservent et perfectionnent dans nos provinces les traditions de la chirurgie française, s'empressèrent d'étudier, dans les hôpitaux de nos grandes villes, les admirables effets de l'éther. MM. Bonnet et Bouchacourt à Lyon, Sédillot à Strasbourg, Simonnin à Nancy, Jules Roux à Toulon, Bouisson à Montpellier, étendirent, par leurs observations et leurs recherches, le cercle de nos connaissances dans ce précieux sujet. L'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, la Russie, la Belgique et la Suisse s'associèrent à cet heureux ensemble d'efforts, et l'usage des inhalations éthérées se trouva

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1er février 1847.

promptement répandu dans l'Europe entière. Les noms de Jackson et Morton, considérés alors comme les seuls auteurs de cette découverte brillante, recevaient l'hommage universel de la reconnaissance publique, et se trouvaient placés d'un accord unanime au rang des bienfaiteurs du genre humain.

Au moment où la reconnaissance de l'Europe saluait de ses acclamations méritées les noms de Jackson et de Morton, l'un des principaux auteurs de cette découverte, Horace Wels, se donnait la mort aux État-Unis. Une éducation scientifique plus complète, un concours de circonstances plus favorables, avaient seuls manqué au pauvre dentiste pour conduire à leurs dernières conséquences les faits dont il avait eu les prémisses. Après son échec dans la séance publique de l'hôpital de Boston, dégoûté de la triste issue de ses tentatives, il avait renoncé à poursuivre ses recherches. Il avait même abandonné sa profession, et menait à Hartford une existence assez misérable, lorsque le succès extraordinaire de la méthode anesthésique vint le surprendre et le déchirer de regrets. Il passa aussitôt en Europe pour faire valoir ses droits auprès des corps savants. Mais la question historique relative à l'éthérisation était encore fort obscure à cette époque, et les documents positifs manquaient pour justifier ses réclamations. La véracité des dentistes est un peu suspecte dans les deux hémisphères. A Londres, où il se rendit d'abord, Horace Wels fut éconduit partout; il ne fut pas plus heureux à Paris, où il passa une partie de l'hiver de 1847. Dévoré de misère et de chagrin, il revint aux États-Unis, et c'est là qu'il mit fin à ses jours. Les circonstances de sa mort ont quelque chose de profondément douloureux. Il se plaça dans un bain, s'ouvrit les veines et respira de l'éther jusqu'à perte de connaissance. Il voulut s'envelopper, pour franchir le seuil du tombeau, de cette découverte dont il avait espéré la gloire, et qui ne lui réservait que la triste consolation d'épargner à son agonie l'angoisse des derniers instants. Sa mort

passa inaperçue ; il n'y eut pas un regret ni une larme sur sa tombe.

Pendant qu'Horace Wels périssait misérablement dans sa patrie, Jackson recevait le prix Montyon des mains de l'Institut de France, et Morton additionnait les bénéfices qu'il avait recueillis de la vente de *ses droits*. La postérité sera moins ingrate : elle conservera un souvenir de reconnaissance et de pitié à cet obscur et malheureux jeune homme qui, après avoir contribué à enrichir l'humanité d'un bienfait éternel, est mort désespéré dans un coin du nouveau monde.

CHAPITRE V.

Découverte des propriétés anesthésiques du chloroforme.

C'est surtout aux travaux des chirurgiens français qu'appartient l'honneur d'avoir perfectionné la méthode anesthésique, d'avoir régularisé et étendu ses applications. Telle qu'elle nous était arrivée d'Amérique, la question en était réduite à la connaissance des effets de l'éther. Mais à côté de ce fait capital, il restait encore un grand nombre de points secondaires dont la solution était indispensable pour son application définitive aux besoins de la chirurgie. Il fallait rechercher à quelle catégorie d'opérations on peut appliquer avec sécurité les moyens anesthésiques et celles qui contre-indiquent leur emploi ; — perfectionner les appareils destinés à l'administration de l'éther ; — rechercher si de nouvelles substances ne jouiraient point de propriétés analogues ; — étudier enfin, au point de vue physiologique, la nature et la cause des étranges perturbations provoquées dans le système vivant par l'action de l'éther, et porter même les investigations de ce genre sur le côté psychologique

du problème. C'est en France que toutes ces questions ont été abordées et en partie résolues, et l'on doit reconnaître que si l'honneur de cette découverte appartient, dans son principe et dans ses faits essentiels, à l'Angleterre et aux États-Unis, le mérite de sa constitution scientifique revient à notre patrie. Suivons donc rapidement les perfectionnements qui ont été apportés à la méthode américaine depuis son introduction en France.

L'éthérisation offrait à la science un champ trop étendu pour que les physiologistes ne s'empressassent point de rechercher la nature et les causes de tant d'étonnants effets. Ces phénomènes étaient à peine signalés, que M. Gerdy les étudiait sur lui-même, et arrivait ainsi à de curieuses observations. L'analyse que ce physiologiste nous a donnée de ses impressions pendant l'état éthérique est un chapitre intéressant de l'histoire encore à peine ébauchée des effets psychologiques de l'éther. M. Serres essayait en même temps de fournir l'explication du fait général de l'insensibilité, et M. Flourens, examinant les altérations que présentent, sous l'empire de cet état, la moelle épinière et la moelle allongée, entrait avec bonheur dans une voie qui promet aux physiologistes un abondant tribut d'utiles observations. M. Longet publiait, de son côté, son remarquable mémoire relatif à l'action des vapeurs éthérées sur les systèmes nerveux cérébro-spinal et ganglionnaire, travail auquel rien de sérieux n'a été encore ajouté. Venant en aide aux recherches des physiologistes, les chimistes essayèrent ensuite, mais avec un succès très contestable, d'expliquer la nature des altérations subies, sous l'influence anesthésique, par le sang et les gaz qui concourent à la respiration. M. Paul Dubois et M. Simpson, d'Édimbourg, appelaient bientôt après l'attention du public médical sur les applications des inhalations éthérées à l'art des accouchements; enfin MM. Honoré Chailly et Stoltz, de Strasbourg, confirmaient, par des observations tirées

de leur pratique obstétricale, toute l'utilité et toute l'importance de cette application de la méthode nouvelle.

Peu de temps après s'élevait une autre question aussi riche d'avenir, car elle allait bientôt conduire à la découverte d'un nouvel agent d'une puissance anesthésique supérieure encore à celle de l'éther. Les propriétés stupéfiantes de l'éther sulfurique étaient à peine connus, que l'idée vint de rechercher si elles ne se retrouveraient pas dans quelques autres substances. On pensa tout de suite à examiner à ce point de vue les éthers autres que l'éther sulfurique ; la classe des éthers embrasse en effet de très nombreuses espèces, et il était naturel de rechercher si la propriété anesthésique se retrouverait dans les différents composés qui forment ce groupe.

Le 20 février 1847, M. Sédillot, de Strasboug, rendit compte à l'Académie de médecine de Paris des résultats que lui avait fournis l'inhalation de l'éther chlorhydrique, composé auquel il avait reconnu des propriétés anesthésiques, Le 22, M. Flourens communiquait à l'Académie des sciences les expériences qu'il avait exécutées avec le même éther, et il indiquait comme jouissant de la même action les éthers nitreux, acétique et oxalique. Le 1er mars 1847, et sans avoir connaissance des faits précédents, je signalais à l'Académie de Montpellier le résultat que j'avais obtenu en essayant sur les animaux l'action de l'éther acétique. Les vapeurs de cet éther avaient amené une insensibilité tout aussi complète que celle que produit l'éther sulfurique, mais dans un intervalle de temps un peu plus long. M. Bouisson confirmait plus tard, en l'employant chez l'homme, l'action stupéfiante de ce composé. M. le docteur Chambert étendit beaucoup les observations sur les différents éthers, et les généralisa avec une grande sagacité. Il a été reconnu, à la suite de ces divers travaux, que les vapenrs d'un assez grand nombre de liquides jouissent de la propriété anesthésique ; il faut citer à ce titre : l'aldéhyde, la liqueur des Hollandais, le

formométhylal, le sulfure de carbone, l'essence de moutarde, l'acétone, la créosote, le camphre, l'essence de lavande, l'essence d'amandes amères, la benzine et la vapeur d'iodoforme (1).

C'est dans le cours d'expériences de cette nature que M. Simpson réalisa à Édimbourg la découverte qui l'a rendu célèbre. Ce chirurgien passait en revue, dans une série d'essais exécutés sur l'homme et sur les animaux, les divers agents propres à remplacer l'éther. Il avait étudié, sous ce rapport, les produits qui se distinguent, comme l'éther sulfurique, par la suavité de leur odeur, et particulièrement l'huile des Hollandais, l'acétone, l'éther nitreux, la vapeur d'iodoforme et la benzine. Il arriva, enfin, au chloroforme.

Le chloroforme est un composé qui se rapproche des éthers par sa composition, et qui a été découvert en 1830 par M. Soubeiran, aujourd'hui professeur de la Faculté de médecine de Paris. Les propriétés stupéfiantes de ce corps avaient été déjà signalées en France par M. Flourens; l'observation des effets de l'éther chlorhydrique avait amené ce physiologiste à examiner, sous le même rapport, l'action du chloroforme, qui ressemble à ce dernier par sa constitution chimique. Mais M. Flourens avait parlé du chloroforme en même temps que de plusieurs autres composés, et dans son mémoire, dont le

(1) Cependant aucune de ces substances n'est propre à remplacer l'éther pour l'usage chirurgical. Quelques-unes pourraient, à la rigueur, le suppléer, si elles n'étaient d'une conservation difficile ou d'un prix trop élevé : tels sont les divers éthers. D'autres ont le grave inconvénient de déterminer, par leur odeur forte et désagréable, des nausées et divers accidents : tels sont l'aldéhyde et le sulfure de carbone. D'autres enfin, sans offrir les avantages de l'éther, présentent tous les dangers qui résultent de son inhalation trop prolongée, elles ont des propriétés toxiques très actives : tels sont l'éther nitreux et l'essence de moutarde dont les vapeurs amènent rapidement la mort des animaux. Cependant la liqueur des Hollandais, et mieux encore l'éther chlorhydrique chloré, paraissent exempts de ces divers inconvénients.

but était purement physiologique, il ne l'avait cité que d'une manière indirecte, et comme instrument des phénomènes qu'il voulait étudier : il n'avait d'ailleurs opéré que sur des animaux. Aussi l'attention des chirurgiens ne s'était nullement portée sur le chloroforme, et M. Simpson causa dans le public médical une surprise très vive en annonçant les résultats extraordinaires qu'il avait retirés de son emploi.

Quelle que fût, en effet, l'action stupéfiante de l'éther, elle était encore dépassée par le chloroforme, et il était évident, d'après les faits annoncés par M. Simpson, que l'éther allait être détrôné. Il ne fallait plus, avec ce nouvel agent, prolonger pendant huit à dix minutes l'inhalation des vapeurs; au bout d'une minute d'inspiration, le malade tombait frappé de l'insensibilité la plus profonde. Aucun appareil inhalateur, aucun instrument particulier n'était plus nécessaire; quelques grammes de chloroforme versés sur un mouchoir placé devant la bouche suffisaient pour produire l'effet désiré. L'inspiration de l'éther provoque presque toujours une irritation pénible de la gorge, qui amène une toux opiniâtre, et inspire aux malades une répugnance souvent invincible; au contraire, le chloroforme, doué d'une suave odeur, est respiré avec délices. Tous ces faits étaient présentés par M. Simpson avec une clarté et une abondance de preuves de nature à entraîner tous les esprits. En effet, l'auteur ne s'était pas trop pressé de publier ses résultats, il avait procédé avec la prudence et la réserve qui préparent les succès durables. Il avait d'abord essayé le chloroforme dans des opérations légères, telles qu'extractions de dents, ouvertures d'abcès, galvano-puncture. Plus tard, il le mit en usage dans des opérations plus graves, dans celles qui appartiennent à la grande chirurgie; il l'avait appliqué aussi aux accouchements et à quelques cas de médecine. Le chirurgien d'Édimbourg ne se décida à faire connaître sa découverte que lorsqu'il eut réuni près de cinquante observations propres

à établir son efficacité. Il insistait particulièrement sur la supériorité que présentait le chloroforme sur l'éther, et il citait, entre autres preuves, le fait d'un jeune dentiste qui s'était fait arracher deux dents, l'une sous l'influence de l'inhalation éthérée, l'autre sous celle de l'inhalation chloroformique. Dans le premier cas, l'insensibilité n'arriva qu'au bout de cinq ou six minutes, et l'individu éprouva, sinon la douleur, au moins la conscience de l'opération; lors de l'extraction de la seconde dent, il suffit, pour le rendre complétement insensible, de lui placer sous le nez un mouchoir imbibé de 2 grammes de chloroforme. « L'insensibilité, dit le sujet de cette observation, se manifesta en quelques secondes, et j'étais si complétement *mort*, que je n'ai pas eu la moindre conscience de ce qui s'était passé. »

C'est le 10 novembre 1847, c'est-à-dire moins d'une année après l'introduction en Europe de la méthode anesthésique, que le mémoire de M. Simpson fut communiqué à la Société médico-chirurgicale d'Édimbourg. Les journaux anglais répandirent promptement la connaissance de ce fait, qui ne tarda pas à trouver une confirmation éclatante dans la pratique des chirurgiens de Paris. Le chloroforme devint bientôt, dans tous les hôpitaux de l'Europe, le sujet d'expérimentations multipliées, et l'ardeur qui avait été apportée précédemment à l'étude des propriétés de l'éther, se réveilla tout entière à propos du nouvel agent. Partout le chloroforme réalisa les promesses de M. Simpson, et tout semblait annoncer qu'il avait à jamais détrôné son rival.

Mais cet horizon si brillant ne tarda pas à s'assombrir. De vagues rumeurs commencèrent à circuler, qui prirent bientôt une forme et une consistance plus sérieuses. On parlait de morts arrivées subitement pendant l'administration du chloroforme, et qui ne pouvaient se rapporter qu'à son emploi. M. Flourens avait prononcé un mot justement remarqué : « Si l'éther sul-

furique, avait-il dit, est un agent merveilleux et terrible, le chloroforme est plus merveilleux et plus terrible encore. » C'est arrêt ne tarda pas à se confirmer. On acquit la triste certitude que l'activité extraordinaire du chloroforme expose aux plus graves dangers, et que si l'on néglige certaines précautions indispensables, on peut quelquefois si bien éteindre la sensibilité, que l'on éteint en même temps la vie. Ainsi, les chirurgiens purent répéter avec le poëte :

La fortune nous vend ce qu'on croit qu'elle donne.

Les premières alarmes furent données par l'annonce d'un accident terrible arrivé à Boulogne, pendant l'administration du chloroforme. Une jeune femme, pleine de vigueur et de santé, soumise, pour une opération insignifiante, à l'inhalation du chloroforme, était tombée comme foudroyée entre les mains du chirurgien. Cet événement ayant donné lieu à un commencement de poursuites judiciaires, le ministre de la justice demanda à l'Académie de médecine une consultation médico-légale à propos de ce fait, et d'un autre côté, son collègue de l'instruction publique crut devoir soulever, à cette occasion, devant la même compagnie, la question générale de l'innocuité des inhalations anesthésiques. Dans ce problème solennel posé à la science par les intérêts de l'humanité, il y avait une occasion brillante, pour l'Académie de médecine, de justifier la haute mission dont elle est investie. Elle s'empressa de la saisir, et à la suite du rapport présenté par M. Malgaigne, s'élevèrent de longs et intéressants débats, dans lesquels toutes les questions qui se rattachent à l'emploi des anesthésiques furent successivement approfondies. Les conclusions adoptées à la suite de cette discussion remarquable innocentèrent le chloroforme, qui sortit vainqueur du débat académique. Cependant le public médical est loin d'avoir entièrement ratifié les con-

clusions de la savante compagnie, en ce qui touche l'innocuité du chloroforme. Plusieurs faits sont venus, depuis cette époque, apporter dans la question de tristes et irrécusables arguments, et imposer aux chirurgiens une réserve parfaitement justifiée, selon nous. Aussi l'emploi de l'éther, quelque temps abandonné, a-t-il repris une faveur nouvelle. Dans l'état présent des choses, les deux agents anesthésiques sont mis en usage concurremment et pour répondre aux indications respectives qui commandent leur choix. Employés aujourd'hui selon les préceptes généraux inscrits dans la science, ils concourent tous les deux à la pratique de la méthode anesthésique entrée définitivement, et pour n'en plus sortir, dans les habitudes chirurgicales.

CHAPITRE VI.

Tableau des phénomènes de l'anesthésie.

Une description sommaire des effets généraux des agents anesthésiques ne sera pas, nous l'espérons, déplacée dans cette notice. L'ensemble des phénomènes qui se développent sous leur influence, au sein de l'économie, a révélé, dans l'ordre des actions vitales, une face si surprenante et si nouvelle, la physionomie de ces faits est empreinte d'un caractère si original et si tranché, ils bouleversent sur tant de points toutes les notions acquises, ils ouvrent à la physiologie et à la philosophie elle-même un horizon si étendu, qu'il importe au plus haut degré qu'ils soient bien connus et bien compris de toutes les personnes qui attachent quelque importance à l'étude des problèmes de la science des êtres vivants.

Pour faciliter la description de cet état nouveau, que l'on peut désigner sous le nom d'*état anesthésique*, nous commencerons par présenter l'ensemble des phénomènes extérieurs que l'observation permet de constater chez un individu placé sous une telle influence. Cet exposé général préliminaire nous permettra de pénétrer ensuite plus aisément dans l'analyse intime de ces différents effets. L'éther, présentant une action plus lente et plus ménagée que celle du chloroforme, permet de suivre plus aisément l'ordre et la succession des phénomènes : c'est donc l'éther sulfurique qui nous servira de type dans cette exposition.

Quand un individu bien portant et placé dans des conditions qui permettent de saisir les impressions qu'il éprouve, est soumis, à l'aide d'un appareil convenable, à l'inhalation des vapeurs éthérées, voici, d'une manière assez régulière, la série de phénomènes qu'il est permis de constater chez lui.

L'inspiration des premières vapeurs provoque toujours une impression pénible ; la saveur forte de l'éther et l'action irritante qu'il exerce sur la muqueuse buccale produisent un resserrement spasmodique de la glotte, qui amène de la toux et un sentiment de gêne dans les mouvements respiratoires. Cependant cette première impression ne tarde pas à s'effacer, et la muqueuse s'habituant à ce contact, des vapeurs éthérées commencent à pénétrer largement, à travers les bronches, dans les ramifications pulmonaires. Arrivé dans le poumon, l'éther est rapidement absorbé, et il manifeste bientôt les premiers signes de son action. La chaleur générale commence à s'élever, le sang afflue vers la tête et la face rougit. Les signes d'une excitation générale sont évidents ; l'individu s'agite et trahit, par le désordre de ses mouvements, un état d'éréthisme intérieur. L'œil est humide et brillant, la vue est trouble ; quelques vertiges et une certaine loquacité indiquent déjà une action marquée sur le cerveau. Ce trouble de l'organe central

de la sensibilité augmente et se traduit au dehors par une sorte de frémissement qui se propage dans tous les membres, il est bientôt rendu manifeste par l'apparition des premiers signes du délire. L'âme a déjà perdu, sur la direction des idées, son empire habituel; une gaieté expansive et loquace, le rire indécis de l'ivresse, quelquefois des larmes involontaires, de légers cris, des sons inarticulés, annoncent le désordre qui commence à envahir les facultés intellectuelles. C'est alors que des rêves d'une nature variable viennent arracher le sujet au sentiment des réalités extérieures, et le jeter dans un état moral des plus remarquables, dont la nature et les caractères seront examinés plus loin. Cependant l'excitation physique à laquelle l'individu était en proie disparaît peu à peu; la face se décolore et pâlit, les paupières s'abaissent, presque tous les mouvements s'arrêtent, le corps s'affaisse et tombe dans un état de relâchement et de *collapsus* complet. Un sommeil profond pèse sur l'organisme; les battements du cœur sont ralentis, la chaleur vitale sensiblement diminuée; la couleur terne des yeux, la pâleur du visage, la résolution des membres, donnent à l'individu éthérisé l'aspect d'un cadavre. Rien n'est effrayant comme ce sommeil, rien ne ressemble plus à la mort, *consanguineus lethi sopor;* et que de fois on a tremblé qu'il ne fût sans réveil!

C'est au milieu de ce silence profond des actes de la vie, quand toutes les fonctions qui établissent nos rapports avec le monde extérieur ont fini par s'éteindre, que la sensibilité, qui jusque-là avait seulement commencé de s'ébranler, disparaît complétement, et que l'individu peut être soumis sans rien ressentir aux opérations les plus cruelles. On peut impunément diviser, déchirer, torturer son corps et ses membres; l'homme n'est plus qu'un cadavre, c'est une statue humaine, c'est la statue de la mort. Et pendant cet anéantissement absolu de la vie physique, le flambeau de la vie intellectuelle, loin de s'éteindre,

brille d'un éclat plus vif. Le corps est frappé d'une mort temporaire, et l'âme, emportée en des sphères nouvelles, s'exalte dans le ravissement de sensations sublimes. Philosophes qui osez nier encore la double nature de l'homme et l'existence d'une âme immatérielle, cette preuve palpable et visible suffira-t-elle à vous convaincre?

Cet état extraordinaire ne se prolonge guère au delà de sept ou huit minutes, mais on peut le faire renaître et l'entretenir en reprenant les inhalations après un certain intervalle, et lorsque l'individu commence à redonner quelques signes de sensibilité.

Le réveil du sommeil anesthésique arrive sans phénomènes particuliers; l'individu reprend peu à peu l'exercice de ses fonctions, il rentre en possession de lui-même sans ressentir aucune suite fâcheuse du trouble momentané survenu dans ses fonctions. Il ne conserve qu'un souvenir assez vague des impressions qu'il a ressenties, et les rêves qui ont agité son sommeil n'ont laissé dans sa mémoire que des traces difficiles à ressaisir.

Si, au lieu d'arrêter l'inhalation des vapeurs stupéfiantes au moment où l'insensibilité apparaît, on la prolonge au delà de ce terme, on voit se dérouler une scène nouvelle dont l'inévitable issue est la mort. Les organes essentiels à la vie ressentent à leur tour l'oppression de l'éther, qui, franchissant dès lors la limite des actions physiologiques, se transforme en un poison mortel. Nous n'avons pas besoin de dire que cette seconde période de l'anesthésie n'a pu être étudiée que sur les animaux dans un but expérimental et scientifique. On a reconnu ainsi que, lorsque l'inspiration des vapeurs éthérées est poussée au delà du terme de l'insensibilité, l'abaissement de la température normale du corps est le premier signe qui décèle l'oppression des forces organiques. Bientôt la respiration s'embarrasse et s'arrête par suite de la paralysie des organes qui

président à cette fonction; le sang qui coule dans les artères devient noir et perd ses caractères de sang artériel, ce qui indique l'état d'asphyxie et l'arrêt de ce phénomène indispensable à la vie qui consiste dans la transformation du sang veineux en sang artériel. Enfin le cœur cesse de battre; la paralysie, qui a successivement atteint tous les organes importants de l'économie, a fini par envahir le cœur lui-même, dans lequel, aux suprêmes instants de la vie, les forces organiques semblent se réfugier comme dans le dernier et le plus inviolable asile. Cette paralysie du cœur est irrémédiable : c'est la mort.

Tels sont les effets généraux auxquels donne lieu l'introduction dans l'économie des vapeurs éthérées. Pour mieux apprécier maintenant les caractères et la nature de cet état physiologique, il faudrait reprendre et examiner en détail chacun des traits de ce tableau. Mais une étude de ce genre exigerait des développements qui ne sauraient trouver ici leur place. Nous ne considérerons que la moitié de la scène générale qui vient d'être exposée, c'est-à-dire cette période de l'éthérisation que l'on pourrait appeler *chirurgicale*, dans laquelle la sensibilité et les facultés intellectuelles sont opprimées ou abolies, sans que la vie soit encore menacée. Nous n'examinerons même que quelques traits de cet ensemble, et négligeant les effets locaux et primitifs de l'éther, laissant de côté la question ardue et controversée de la nature et du siége des troubles nerveux provoqués par l'anesthésie, nous nous bornerons à étudier les altérations que subissent, pendant l'état anesthésique, la sensibilité et les facultés intellectuelles.

M. Bouisson a consacré un des meilleurs et des plus curieux chapitres de son livre à l'étude des modifications de la sensibilité pendant l'éthérisme. En comparant tous les faits qui se rapportent à cette question, il établit que la perturbation apportée par les vapeurs anesthésiques, dans l'exercice de la

sensibilité, peut se résumer en disant que cette faculté est successivement *ébranlée*, *décomposée* et *détruite*.

Avant d'être abolie, la sensibilité commence à se troubler, et c'est là ce qui donne lieu, selon M. Bouisson, à la perversion que l'on remarque aux premiers instants de l'état anesthésique, dans l'ordre et le mode habituels des perceptions sensitives. Les impressions qui viennent du dehors sont encore accusées, mais elles sont mal comprises et rapportées fautivement à des causes qui ne les ont pas produites. L'individu éthérisé perçoit en même temps ces sensations nommées *subjectives*, c'est-à-dire qui n'ont pas leur cause provocatrice dans le monde extérieur. C'est ainsi que s'expliquent ces sensations particulières de froid ou de chaud, de fourmillement, de vibrations nerveuses irrégulières qui parcourent les membres, sans que l'on puisse assigner à leur transmission une direction anatomique. Telles sont encore ces sensations composées, agréables et pénibles à la fois, que Lecat nommait *hermaphrodites*, et dont la nature est trop spéciale et l'appréciation trop personnelle pour qu'il soit possible d'en donner une idée fidèle avec les seules ressources de la description. C'est pendant ce premier trouble apporté à l'exercice normal de la sensibilité, que l'on observe quelquefois une exaltation marquée de cette fonction. On sait que les malades que l'on opère après une administration insuffisante de l'agent anesthésique témoignent, par leurs cris et leur agitation excessive, que la sensibilité, au lieu d'être suspendue, présente au contraire un nouveau degré d'exaltation.

Le second ordre de modifications qui s'observent, suivant l'auteur du *Traité de la méthode anesthésique*, dans l'exercice de la sensibilité, consiste en un trouble apporté dans les relations habituelles des modes divers de cette fonction. Le lien naturel qui unit entre eux les modes particuliers, dont l'ensemble compose la sensibilité générale, est momentanément

interrompu ou coupé. Cette observation permet de se rendre compte d'un certain nombre de faits bizarres et inexplicables en apparence, signalés par les praticiens. On sait, par exemple, que dans les premiers moments de l'éthérisation, le sens du tact peut être affaibli de manière à ne plus apprécier la forme ou le poids d'un corps étranger, et néanmoins persister assez pour apprécier des pincements ou des piqûres, l'application de la chaleur ou du froid. Un individu plongé dans le sommeil anesthésique, et insensible à la douleur d'une opération chirurgicale, peut quelquefois percevoir et ressentir vivement la fraîcheur de l'eau projetée à la face. Au moment où l'économie est indifférente aux causes les plus puissantes de sensations, elle peut cependant apprécier des impressions très légères et et presque insaisissables dans l'état normal. On connaît le fait de ce malade qui, insensible à l'incision de ses tissus, accusait l'impression de froid produite par l'instrument d'acier qui divisait ses chairs. Lorsque la faculté d'apprécier la douleur a complétement disparu, l'exercice de certains sens peut encore persister. On a lu, dans la communication de M. Velpeau à l'Académie des sciences, l'observation de ce malade à qui ce chirurgien enlevait une tumeur placée près de l'oreille, et qui, tout à fait insensible à la douleur, entendait cependant le cric-crac du bistouri. Une dame, opérée par M. Bouisson d'un cancer au sein, entendait, sans souffrir aucunement, le bruit particulier que produit le bistouri quand il divise les tissus endurcis et squirrheux des tumeurs cancéreuses. Rien n'est plus commun que de voir dans les hôpitaux des individus insensibles, grâce à l'éther, à l'action des instruments d'acier, jeter des cris à l'application du feu. Les sujets éthérisés peuvent même donner, dans l'appréciation de ces nuances de la douleur, des preuves plus délicates encore. M. Bouisson raconte qu'ayant eu l'occasion d'employer le bistouri et les ciseaux pour l'ablation d'un cancer de la joue chez un sujet éthérisé, il remarqua que

l'opéré était insensible au bistouri et qu'il sentait les ciseaux.

Après avoir été ainsi successivement ébranlée et désunie dans ses modes normaux, la sensibilité finit par s'éteindre complétement. Selon M. Bouisson, son extinction totale coïncide avec la perte de l'intelligence. Cette incapacité de sentir est d'ailleurs absolue; aucun excitant connu ne peut la réveiller. Le fer, le feu, l'incision, la déchirure des tissus, rien ne peut provoquer, non-seulement de la douleur, mais même une sensation quelconque. Les parties les plus irritables et les plus sensibles dans l'état normal, les nerfs, dont le seul contact causerait, dans l'état naturel, des convulsions, et exciterait des cris déchirants, peuvent être tordus, coupés, arrachés, sans qu'une oscillation de la fibre accuse la plus légère impression. Les bruits les plus perçants ne frappent point l'oreille, la plus vive lumière trouve la rétine inaccessible, la section ou la division des organes rendus douloureux par suite d'un état pathologique, les douleurs viscérales qui se trouvent sous la dépendance d'une affection organique, les douleurs liées à l'acte de l'accouchement, tout s'éteint dans ce silence étonnant de la vie sensorielle. L'individu ne vit plus que d'une existence purement végétative : frappés d'une déchéance temporaire, mais radicale, les sens ont perdu leur privilége de nous mettre en rapport avec le monde extérieur, ou plutôt ils sont désormais comme s'ils n'existaient pas.

Le temps nécessaire pour amener cet état d'insensibilité absolue varie selon les sujets. En général, cinq à dix minutes d'inhalation d'éther sont nécessaires pour le produire; deux ou trois minutes suffisent avec le chloroforme. Quant à sa durée, elle n'excède guère huit ou dix minutes; mais, comme nous l'avons dit, on peut l'entretenir beaucoup plus longtemps en reprenant les inhalations à mesure que les effets paraissent s'affaiblir. Il est assez commun, pour certaines opérations, de voir maintenir les malades une demi-heure sous l'influence

éthérique, et M. Sédillot a pu sans inconvénient prolonger cet état pendant une heure et demie.

La faculté de sentir n'est pas seule influencée par l'impression des anesthésiques; les opérations de l'intelligence et de la volonté subissent à leur tour des troubles très profonds. Examinons rapidement les altérations qui affectent l'intelligence sous l'influence de l'éther.

On ne s'est pas assez élevé, selon nous, contre l'indifférence avec laquelle la philosophie a accueilli jusqu'à ce jour les données empruntées à la physiologie. Aucun de nos philosophes modernes, même parmi les sensualistes les plus prononcés, n'a essayé de soumettre ces faits à une étude sérieuse. En tout état de choses, cette indifférence paraîtrait sans excuse; mais en présence des faits apportés par la découverte de l'anesthésie, elle est encore plus difficile à comprendre. Parmi les nombreuses formes que peuvent revêtir, sous l'influence de l'éther, l'aliénation, l'altération, la suspension, le désordre, l'extinction des facultés de l'âme, un observateur familier avec les procédés de l'observation du *moi*, saisirait aisément plusieurs vérités utiles au perfectionnement de la science de l'âme humaine. Sous l'influence des agents anesthésiques, les relations normales de nos facultés sont troublées, le lien qui les rattache l'une à l'autre est interrompu ou brisé, elles sont réduites à leurs éléments primitifs, et tout indique que l'observation s'exercerait avec profit sur cette dissociation spontanée, que l'on pourrait d'ailleurs varier de cent manières. Les observations de cette nature seraient rendues ici éminemment faciles par suite de ce fait bien constaté, que l'attention et l'observation de soi-même retardent les effets de l'éthérisation.

Le fait de l'influence de l'attention sur le ralentissement des phénomènes anesthésiques est parfaitement établi. Cette influence peut aller au point de conserver l'intégrité de l'intelligence lorsque la sensibilité est déjà paralysée. Les journaux

de médecine ont fait mention d'un jeune docteur qui se soumettait volontiers à l'éthérisation en présence des élèves de l'hôpital de la Clinique, et qui indiquait lui-même le moment où il fallait lui faire subir l'épreuve de l'insensibilité ; il voyait les instruments, suivait les détails de l'épreuve, émettait des réflexions sur ce sujet et ne sentait rien. « Quelques-uns de nos malades, dit M. Sédillot, furent témoins insensibles de leur opération. Vous venez de diviser, nous disaient-ils, tel lambeau de peau, vous avez tiraillé telle partie de la plaie avec des épingles ; je le vois, mais je ne le sens pas (1). »

M. Malgaigne cite le cas d'un malade qui, maître de ses idées, tout entier à lui et étranger seulement à la douleur, encourageait le chirurgien de la voix et du geste à poursuivre son opération. On a vu des individus plongés dans le sommeil éthérique s'enfoncer eux-mêmes des épingles dans les chairs et ne rien sentir. « Je n'ai jamais mieux apprécié, dit M. Bouissou, l'influence de l'attention et de la volonté, que sur un jeune soldat qui simulait une maladie pour obtenir sa réforme. Je lui proposai de l'éthériser, pour le mettre dans le cas d'avouer sa supercherie. Il accepta l'épreuve, bien qu'il en comprît toute la valeur ; l'insensibilité fut produite, mais l'intelligence se maintint, et le rôle réservé de simulateur fut si bien conservé, que le malade ne répondait qu'aux questions qui ne pouvaient pas le compromettre. »

Ainsi l'attention volontairement concentrée retarde la manifestation des effets de l'éther ; cette circonstance permettrait donc à l'observateur de saisir plus aisément leur succession et d'appliquer ces données à l'éclaircissement des faits psychologiques.

Cependant ce retard apporté à l'apparition des effets anesthésiques n'est que le produit d'une éthérisation incomplète.

(1) *De l'insensibilité produite par le chloroforme et l'éther*, p. 17.

Quand l'action de l'éther est suffisamment prolongée, les phénomènes suivent leur marche ordinaire, et lorsque l'abolition de la sensibilité est devenue complète, les facultés intellectuelles subissent à leur tour une perturbation profonde que nous devons rapidement examiner.

Les premiers effets de l'éthérisation sur l'intelligence consistent, selon M. Bouisson, dans une exaltation passagère et d'un ordre particulier, pendant laquelle les idées se succèdent avec une rapidité incroyable. Les personnes chez lesquelles on a arrêté à ce moment des essais d'éthérisation, sont étonnées de l'activité et du développement inconnu qu'avait pris en elles l'intelligence sous l'empire des premiers effets de l'agent anesthésique. Les idées se pressent et se précipitent, et comme la durée se mesure habituellement au nombre et à la succession des pensées, on croit avoir longtemps vécu pendant ces instants si courts. Remarquons en passant qu'un effet tout semblable a été noté par Davy comme résultat des inspirations du gaz hilarant.

Si l'action de l'éther se prolonge, cette exaltation de l'activité intellectuelle s'accroît notablement, et certains individus deviennent en proie à une excitation morale assez violente. On observe alors des rires désordonnés et une gaieté dont l'exagération touche au délire; d'autres fois, les sujets donnent les signes d'une mélancolie subite; des larmes involontaires s'échappent de leurs yeux. Cependant on observe plus fréquemment une demi-ivresse; la physionomie revêt les caractères d'une satisfaction vague et indécise, et les sujets tombent dans une sorte de contemplation béate qui ressemble à la fois à l'ivresse et à l'extase. Enfin, il arrive quelquefois que l'excitation morale est plus violente; l'individu peut se laisser aller à des démonstrations de colère ou de fureur qu'il faut contenir, parce qu'elles deviendraient un obstacle à l'exécution de l'opération chirurgicale.

Cependant, à mesure que l'éthérisation fait des progrès, cette excitation s'affaiblit et finit par disparaître, une sorte de voile couvre l'intelligence, qui semble tomber dans un demi-sommeil. Cette situation particulière et insolite, où l'âme commence à perdre une partie de ses droits, tout en conservant la conscience secrète de cette perte, est, pour ceux qui l'éprouvent, la source de délicieuses impressions. On a le sentiment d'une satisfaction infinie, on se sent emporté dans un monde nouveau, et la cause essentielle du bonheur qui saisit et transporte les âmes réside surtout dans la conscience de ce fait, que tous les liens qui nous retenaient aux choses de la terre nous paraissent rompus : « Il me semble, disait un individu en proie à une hallucination de ce genre, il me semble qu'une brise délicieuse me pousse à travers les espaces, comme une âme doucement emportée par son ange gardien. » Bien avant la découverte de l'anesthésie, M. Granier de Cassagnac avait l'habitude de respirer de l'éther lorsqu'il voulait, en se procurant une de ces sortes d'extases, s'arracher aux sentiments des pénibles réalités de la vie. Il décrit ainsi le sentiment que l'âme éprouve : « Ce n'est pas seulement le vague bonheur de l'ivresse ; cet état mérite plutôt le nom de *ravissement*, parce qu'en effet on se sent ravi, transporté de la réalité dans l'idéal : le monde extérieur et matériel n'existe plus. Assis, on ne sent pas sa chaise ; couché, on ne sent pas son lit : on se croit littéralement en l'air. Mais si la sensibilité extérieure est détruite, la sensibilité intérieure arrive à une exaltation indicible. On s'attache à ce genre de bonheur ineffable et sans bornes. »

L'état transitoire qui vient d'être décrit, et qui, d'ailleurs, manque quelquefois, surtout si l'on fait usage du chloroforme, fait bientôt place au sommeil. L'action continue de l'éther sur le cerveau, opprimant les forces nerveuses, provoque le repos artificiel de cet organe. C'est surtout pendant les premiers

instants de ce sommeil qu'arrive le cortége étrange des rêves éthériques, dont l'absence s'observe rarement.

Rien de variable comme la nature des rêves provoqués par les inhalations anesthésiques. Elle paraît déterminée, en général, par le genre d'occupations de l'individu, par les événements de sa vie, par les pensées qui le dominent habituellement. Comme les songes amenés par le sommeil naturel, ils sont en rapport avec l'âge, les goûts, les habitudes de ceux qui les éprouvent. L'enfant s'occupe de ses jeux; les jeunes gens rêvent la vie turbulente et agitée, la chasse, l'exercice en plein air; la jeune fille rêve à ses plaisirs; l'homme fait est dominé par les soucis de la vie ordinaire. Un enfant que M. Bouisson opérait de la taille se croyait dans son berceau, et recommandait à sa mère de le bercer. Un pêcheur opéré par Blandin croyait tenir dans ses filets un brochet monstrueux. Un soldat auquel je voyais pratiquer l'amputation de la cuisse croyait assister à la revue de son général, et se félicitait de la propreté de sa tenue. En Suisse, où prédominent les pensées religieuses, les idées de ciel et d'enfer se mêlent à chaque instant dans ces rêves. Au reste, les préoccupations religieuses jouent, en tout pays, un grand rôle dans ces défaillances momentanées de la raison. Beaucoup de chirurgiens ont eu l'occasion d'observer des opérés qui, couchés sur la table de torture, se croyaient transportés en paradis, et se plaignaient tristement, à leur réveil, d'être revenus parmi les hommes. Les rêves d'une nature plus chaudement colorée, et sur lesquels on a trop insisté au début de l'éthérisation, sont beaucoup plus rares qu'on ne l'a dit, ou du moins, comme le remarque fort bien M. Courty (1), ils n'arrivent point aux personnes élevées dans des habitudes de chasteté.

Cependant la nature des rêves éthériques n'est pas toujours

(1) *De l'emploi des moyens anesthésiques en chirurgie.*

liée au caractère, au genre de goûts et d'habitudes des sujets. Il en est que l'on ne peut rapporter à rien. Une dame, débarrassée par M. Velpeau d'une tumeur volumineuse, s'imaginait rendre visite à la personne qui a fourni à M. de Balzac son type de la femme de quarante ans. Comme on l'engageait à retourner chez elle : « Non, reprenait la malade, je reste ici. Dans ce moment on m'opère à la maison. A mon retour, je trouverai l'opération faite. » Une femme, opérée par le même chirurgien, se croyait suspendue dans l'atmosphère, entourée d'une voûte délicieusement étoilée. Une autre se trouvait au centre d'un vaste amphithéâtre dont tous les gradins étaient garnis de jeunes vierges d'une éblouissante blancheur.

Il serait contraire à la vérité de prétendre que les songes qui accompagnent le premier sommeil de l'éthérisme sont toujours empreints d'un caractère de félicité. Si, dans l'immense majorité des cas, les individus sont agités d'émotions agréables, on remarque quelquefois des rêves pénibles et qui ont tous les caractères du cauchemar. La préoccupation morale qui domine les malades à la pensée de l'opération qu'ils ont à subir est probablement la cause des impressions tristes qui viennent assaillir leur esprit. En général, les sujets en proie à ces rêves pénibles se voient, comme dans le cauchemar, en présence d'un but qu'ils désirent vivement atteindre sans pouvoir jamais y parvenir. Un opéré s'imaginait être retenu captif et s'écriait : « Laissez-moi, je suis décidé à faire des révélations ! » Un autre, qui ne pouvait supporter l'odeur de l'éther, rêvait qu'on voulait le forcer à le respirer, et pour se soustraire aux obsessions qui l'entouraient, il était contraint de se jeter dans un puits. Un troisième, qui détestait les calembours, rêvait que l'on mettait ce prix à sa délivrance.

Dans bien des cas, d'ailleurs, la cause des songes pénibles qui tourmentent les malades se rapporte à l'acte même de

l'opération. L'individu éthérisé ne ressent aucune douleur; cependant, comme l'activité de l'intelligence n'est pas chez lui entièrement éteinte, il conserve encore une vague conscience des impressions du dehors, et l'imagination, travestissant et traduisant à sa manière les sensations obtuses provoquées par les manœuvres du chirurgien, sa souffrance indécise et confuse s'exprime par un songe agité. Il se croit poursuivi par des voleurs ou par des gens qui en veulent à sa vie; son esprit est en proie aux plus sombres images : il rêve de tourments et de supplices. Un ouvrier, opéré par M. Simonnin, voyait le ciel en feu et poussait des gémissements. Un malade à qui l'on venait d'ouvrir un abcès n'avait pas cessé de jeter des cris pendant toute la durée de l'opération. Comme on l'interrogeait sur la cause de cette agitation : « Je ne souffrais point, répondit-il, mais un de mes camarades m'a cherché querelle et a voulu me frapper; je le repoussais, et c'est probablement en faisant ces efforts que j'aurai crié. » M. Martin, de Besançon, pratiquait à un homme l'amputation du doigt, après l'avoir placé sous l'influence de l'éther; au premier coup de bistouri, le malade fait un tel effort pour se soulever, que deux hommes peuvent à peine le contenir; il s'agite, s'anime, vocifère contre l'opérateur, lui demandant ce qu'il veut faire à son doigt. L'opération rapidement terminée, il semble revenir d'un rêve pénible; on l'interroge sur ses sensations. « Ah! je n'en sais trop rien, dit-il; je croyais qu'on s'amusait autour de mon doigt, et cela me contrariait. » Une jeune fille, opérée par le même chirurgien d'une hernie ombilicale, est prise, pendant les premières inhalations de l'éther, de symptômes hystériques d'une effrayante intensité : grincement de dents, contraction permanente des poings, tremblement convulsif de tout le corps, face animée, cris déchirants, plaintes profondes, marques de désespoir. La malade se croyait en enfer; elle déplorait son malheur et maudissait ceux qui l'y avait entraînée : « Ah! mon Dieu! s'écriait-

elle; ah! mon Dieu! m'y voilà. Je brûle, je brûle, et sans avoir jamais l'espérance d'en sortir! »

Cependant, à la dernière période chirurgicale de l'action de l'éther, lorsque le sommeil est devenu plus profond, les songes eux-mêmes ne sont plus possibles. L'engourdissement, qui a successivement envahi tous les organes de la sensibilité, s'étend enfin sur l'âme tout entière. L'être intelligent s'anéantit sous l'influence oppressive de l'agent qui maîtrise l'économie. Aucun des actes par lesquels l'intelligence se manifeste ne peut désormais s'accomplir, et, d'un autre côté, comme la sensibilité elle-même a précédemment disparu, l'homme devient, au milieu de ces étranges conditions, un être sans analogue dans la nature entière, une chose sans nom, que le langage est impuissant à définir, parce que rien, jusqu'à ce moment, n'avait pu en faire soupçonner l'existence.

Il est difficile de déterminer exactement quel genre d'impression subit la mémoire sous l'influence des agents anesthésiques. Quelquefois les malades se rappellent exactement les impressions qu'ils ont éprouvées, et les racontent avec les plus grands détails. D'autres fois, ils ont tout oublié et ne peuvent rendre compte de leurs rêves, bien que l'existence de ces derniers ait été rendue manifeste par leurs gestes et leurs paroles. En général, la mémoire est affaiblie, et alors même que les malades peuvent, immédiatement après l'opération, raconter exactement leurs songes, ce souvenir est lui-même fugace, et si, quelques heures après, on les engage à renouveler leur narration, ils déclarent avoir tout oublié. Enfin, il arrive souvent que les malades, pendant le cours des opérations, accusent, par leur agitation et leurs cris, l'existence de la douleur, et qu'à leur réveil ils affirment n'avoir rien senti. On a beaucoup discuté à cette occasion pour décider si, dans ce cas, la douleur était réelle ou si elle était simplement un effet de l'imagination. Il nous paraît établi que, dans ces circonstances, la douleur a po-

sitivement existé, et que son souvenir seul fait défaut. Lorsqu'on entend les cris, quand on est témoin de l'anxiété de certains opérés, il est difficile d'affirmer qu'il n'y ait point eu de douleur. M. Sédillot, M. Simonnin et M. Courty ont donné des preuves, selon nous sans réplique, de la vérité de ce fait.

Le retour de l'intelligence coïncide ordinairement avec celui de la sensibilité; il le précède dans quelques cas plus rares. Alors la sensibilité reparaît pendant que le trouble de l'intelligence persiste encore, et les signes d'un léger délire se prolongent assez longtemps après le retour de la sensibilité. Cependant, il est difficile de soumettre à des règles fixes ces sortes de relations physiologiques, qui varient avec les circonstances et selon les individus.

CHAPITRE VII.

Utilité de la méthode anesthésique. — Résultats statistiques concernant l'influence de l'éther et du chloroforme sur l'issue des opérations chirurgicales. — Dangers attachés à l'emploi des anesthésiques. — Discussion sur les cas de mort attribués à l'éther et au chloroforme. — Conclusion. — Anesthésie locale.

Il est une question que nous nous dispenserions d'aborder, tant sa solution paraît simple, et que nous ne pouvons cependant négliger ici, parce qu'elle doit nous introduire dans un ordre de considérations d'une importance incontestable : nous voulons parler de l'utilité de la méthode anesthésique. Tant que la douleur sera un mal et le bien-être un bien, c'est-à-dire tant que nous verrons maintenues les conditions présentes de l'existence humaine, on attachera une grande valeur à tous les moyens qui ont pour résultat l'abolition de la douleur. Or, de toutes les douleurs, celles qui accompagnent les opérations chi-

rurgicales étant, sans aucun doute, les plus effrayantes et les plus redoutées, il serait évidemment superflu d'examiner si la méthode anesthésique doit être regardée comme utile : l'assentiment général, la pratique universelle, les résultats obtenus, répondent suffisamment à cette question. Mais on peut se demander dans quelles limites cette utilité reste maintenue, quel est son degré précis, et surtout si l'anesthésie ne s'accompagne pas d'inconvénients ou de dangers de nature à contre-balancer ses avantages. Il convient donc d'aborder, pour compléter cette notice, l'examen de la question suivante : Quel est le degré précis d'utilité de la méthode anesthésique ? Quels sont les inconvénients, les dangers qui l'accompagnent ? Ces inconvénients et ces dangers sont-ils assez graves pour la faire rejeter, au moins en partie ?

Pour apprécier les avantages qu'amène la suppression de la douleur, il suffit de connaître la fâcheuse influence que cet élément exerce si souvent dans les opérations chirurgicales (1). Il serait inutile d'insister longuement sur cette considération. La seule appréhension de la douleur est déjà pour les malades une source de dangers. Les ouvrages de chirurgie en fournissent des preuves nombreuses, et l'on ne manque pas de citer, dans les cours de pathologie externe, le fait de ce malade qui

(1) Nous ne croyons pas devoir nous arrêter à l'opinion qui accorde à la douleur une certaine utilité. Selon quelques chirurgiens, la douleur déterminerait après l'opération une excitation salutaire qui seconderait la réaction de l'organisme et favoriserait le cours de la fièvre traumatique. Mojon a publié à Gênes un discours *Sull'utilità del dolore*, traduit dans le *Journal universel des sciences médicales* (octobre 1817). Le mince opuscule de Mojon est loin de justifier l'attention qu'il a provoquée pendant les premiers temps de la méthode anesthésique ; on y chercherait en vain les ressources habituellement invoquées pour soutenir honorablement un paradoxe. Le discours *Sur l'utilité de la douleur* n'est qu'un vain assemblage de lieux communs et de trivialités. La douleur y est représentée comme un don précieux de la nature, comme un baume salutaire. Enfin on arrive à cette conclusion aussi belle que neuve : L'homme doit chérir l'école du malheur !

mourut entre les mains de Desault, par le seul effet de la terreur que lui fit éprouver le simulacre de l'opération de la taille, que ce chirurgien exécutait en promenant son ongle sur la région périnéale. Le *Journal de médecine de Bordeaux* (1) rapportait récemment un fait presque semblable : un malade est mort de terreur au moment où M. Cazenave, s'apprêtant à lui faire subir l'opération de la taille, se mettait seulement en devoir d'introduire une sonde dans l'urètre.

Si l'appréhension seule de la douleur peut amener une si fatale issue, il est facile de comprendre l'influence funeste que cet élément doit exercer lorsqu'il est porté à un haut degré d'intensité. « La douleur est mère de l'inflammation, » a dit Sarcone, — la douleur est mère de la mort, pourrait-on ajouter. Les cas où la douleur seule a causé la mort par son intensité et sa durée ne sont pas rares dans les annales de la chirurgie, et la chronique des hôpitaux n'est pas muette en récits de ce genre. On peut dire que, dans plusieurs de ces opérations graves et de longue durée qui amènent fréquemment la mort, telles que la taille et la désarticulation des membres, le patient a commencé de mourir sur la table. Dans son traité de l'*Irritation constitutionnelle*, le chirurgien anglais Travers consacre une section de son livre à l'examen des effets de la douleur chirurgicale, et il entre en matière par cette phrase : « La douleur, quand elle a atteint un certain degré d'intensité et de durée, suffit pour donner la mort. » Delpech avait posé en principe qu'une opération ne saurait durer plus de trois quarts d'heure sans devenir une chance probable de mort ; encore est-il nécessaire, ajoutait-il, d'interrompre la douleur par des intervalles de repos. « La douleur tue comme l'hémorrhagie, » a dit Dupuytren. Selon ce grand chirurgien, l'épuisement de l'influx nerveux peut amener la mort comme l'épuisement du sang.

(1) Mai 1850.

Les suites et les conséquences de la douleur chirurgicale sont une autre source de dangers qui ont fait l'objet constant de l'étude des opérateurs. La douleur intense et prolongée qui accompagne certaines opérations chirurgicales amène à sa suite un triste cortége d'effets morbides qui réclament une grande part dans le chiffre effrayant que la statistique nous révèle touchant la mortalité des opérés. Les accidents nerveux, les convulsions, cette forme particulière de délire qui atteint les opérés et qui porte le nom significatif de *délire traumatique*, la stupeur et quelquefois le tétanos, sont des conséquences naturellement et directement liées à l'ébranlement profond provoqué au sein de l'économie par l'excès de la douleur. En supprimant cet élément, la méthode des inhalations anesthésiques conjure évidemment ses redoutables effets.

Si ces considérations n'étaient que la déduction simple et logique tirée *à priori* de l'examen général de la question, elles n'auraient ici qu'une valeur secondaire; mais l'expérience des faits recueillis depuis plusieurs années leur prête la force d'une vérité démontrée. La statistique est venue en outre leur fournir son irrécusable appui. MM. Simpson d'Édimbourg, Phillips de Liége, Malgaigne et Bouisson, ont dressé, avec des soins minutieux, le tableau statistique d'un grand nombre d'opérations exécutées avec ou sans l'emploi des agents anesthésiques. Le résultat unanime de ces comparaisons, c'est que la mortalité, à la suite des grandes opérations, a notablement diminué depuis l'introduction de l'éther et du chloroforme dans la pratique chirurgicale.

M. Simpson a rassemblé et comparé les résultats d'un grand nombre d'opérations exécutées dans les hôpitaux d'Angleterre, avec et sans le secours de l'éther, dans la vue de déterminer le chiffre de la mortalité dans les deux cas. Il a fait choix, pour ces comparaisons, de l'amputation des membres. Selon M. Simpson, les grandes amputations des membres sont géné-

ralement mortelles, dans la pratique des hôpitaux, dans la proportion de 1 sur 2 ou 3. Dans les hôpitaux de Paris, par exemple, elle s'élève, d'après des relevés qui appartiennent à M. Malgaigne, à plus de 1 sur 2. Dans les hôpitaux d'Angleterre elle est, selon M. Simpson, de 1 sur 3 1/2. Or, les opérations pratiquées en Angleterre dans les mêmes hôpitaux, sur la même classe de sujets, mais avec l'éther, n'ont admis qu'une mortalité de 23 sur 100, c'est-à-dire de 1 sur 4 à peu près. Il résulte de divers chiffres rapportés par M. Simpson, et que nous négligeons ici, que sur 100 amputés dans les hôpitaux anglais, il y en a 6 qui ont été sauvés avec l'éther et qui auraient succombé sans son emploi.

Mais la comparaison établie en réunissant toutes les amputations des membres, et confondant ainsi des opérations différentes, c'est-à-dire les amputations du bras, de la jambe et de la cuisse, pouvait laisser quelques doutes; M. Simpson a voulu étudier, sous ce rapport, une même opération, et il a choisi l'amputation de la cuisse. « Il y a peu ou point, dit M. Simpson, d'opérations de la chirurgie ordinaire et rationnelle qui donnent des résultats plus funestes que l'amputation de la cuisse. La triste conclusion des statistiques des hôpitaux, selon M. Syme, est que la mortalité moyenne n'est pas moindre de 60 à 70 sur 100; en d'autres termes, qu'il meurt plus de 1 opéré sur 2. Sur les 987 amputations de cuisse réunies par M. Phillips, 435 s'étaient terminées par la mort, c'est-à-dire 44 mort sur 100. En résumant, dit M. Curling, le tableau des amputations pratiquées de 1837 à 1843 dans les hôpitaux de Londres, je trouve 134 cas d'amputation de la cuisse et de la jambe, dont 55 morts; la proportion est de 41 pour 100. Dans les hôpitaux de Paris, sur 201 amputations de cuisse, M. Malgaigne a trouvé 126 morts. A l'infirmerie d'Édimbourg, il y a eu 21 morts sur 43; à Glascow, 46 morts sur 127. Dans mon propre tableau, sur 284 amputations de cuisse prati-

quées dans trente hôpitaux d'Angleterre, il y a eu 107 morts.

» Au contraire, sur mes 145 amputés sous l'influence de l'éther, 37 seulement ont succombé.

» Ce qui revient à dire que l'amputation de la cuisse sans éther tue la moitié ou le tiers des opérés, tandis qu'avec l'éther la mortalité est réduite au quart.

» Le tableau suivant résume ces résultats.

TABLEAU DE LA MORTALITÉ DANS LES AMPUTATIONS DE LA CUISSE, DRESSÉ PAR M. SIMPSON.

	OPÉRÉS.	MORTS.	PROPORTION DES MORTS.
SANS L'ÉTHER.			
Hôpitaux de Paris. — Malgaigne . .	201	126	62 sur 100
Hôpitaux d'Édimbourg. — Peacock.	43	21	49 sur 100
Collection générale. — Phillips . .	987	435	44 sur 100
Hôpital de Glascow. — Sawrie. . .	127	46	36 sur 100
Hôpitaux anglais. — Simpson. . .	284	107	38 sur 100
SOUS L'INFLUENCE DE L'ÉTHER.			
Hôpitaux anglais. — Simpson. . .	145	37	25 sur 100

» Ce tableau montre, dit M. Simpson, qu'en prenant la mortalité la plus faible dans les amputés sans éther, c'est-à-dire les amputés de Glascow, l'emploi de l'éther aurait pu sauver 11 pour 100 de plus parmi les malades qui ont guéri. »

Ces résultats suffisent pour constater le progrès immense qu'a fait la chirurgie par l'emploi des agents anesthésiques. Il serait à désirer que l'on fit, dans nos grands hôpitaux, pour toutes les opérations, des relevés analogues à ceux que M. Simpson

a dressés pour les amputations; nous ne doutons pas qu'on n'arrivât à des conclusions toutes semblables. Un relevé de ce genre, fait par M. Roux à l'Hôtel-Dieu, a établi que la mortalité, qui, à la suite des grandes opérations, était du tiers, n'a plus été que du quart à la suite de l'application de la méthode anesthésique. M. Bouisson a fait un relevé de ce genre sur ses propres opérations. Sur 92 malades opérés sous l'influence de l'éther ou du chloroforme, il n'a eu que 4 morts à regretter. Si l'on rapproche ce résultat remarquable du chiffre qui représente la mortalité des opérés dans les hôpitaux de Paris, on sera disposé à reconnaître sans peine l'influence heureuse exercée sur la pratique chirurgicale par la méthode américaine (1).

Il est bon d'ajouter que, d'après l'observation de tous les chirurgiens actuels, les suites des opérations présentent moins de gravité depuis l'emploi des inhalations anesthésiques, et que les plaies des amputés marchent plus vite vers la guérison. On est frappé, en lisant les détails du relevé donné par M. Bouisson, de la promptitude avec laquelle certains de ses opérés ont guéri. Un intervalle de six, de huit et de dix jours a suffi pour permettre le retour à la santé, dans des cas où la guérison exige en moyenne vingt jours et au delà. La plupart des amputations et des ablations de tumeurs ont guéri dans un délai de dix à quinze jours, et une amputation de bras n'en a exigé que six. L'expérience des autres chirurgiens confirme les données tirées de la pratique de M. Bouisson. Enfin il est reconnu que l'emploi des anesthésiques abrége le temps de la convalescence chez les opérés. M. Delavacherie, de Liége, s'est adonné particulièrement à la recherche de ce genre de

(1) Une circonstance qui peut expliquer cet heureux résultat, c'est que les malades, certains aujourd'hui d'éviter la douleur, se décident plus promptement à subir les opérations; celles-ci, ne s'exécutant plus dès lors chez des individus épuisés par les fatigues de souffrances prolongées, offrent des chances plus avantageuses en faveur de la guérison.

vérification. De tous les faits recueillis et analysés par ce chirurgien, il résulte que l'influence de l'éther dans les opérations a toujours été heureuse; que les plaies marchent vers la cicatrisation après l'emploi de l'éther, comme chez les sujets qui ont été opérés sans son aide, et que s'il existe une différence, elle est en faveur de ceux qui ont été éthérisés; enfin, que la guérison n'a jamais été moins prompte, et que quelquefois elle l'a été davantage (1).

Les chiffres et les faits établissent donc, d'une manière péremptoire, l'utilité de la méthode anesthésique. Elle a abaissé, dans une proportion notable, le chiffre de la mortalité des opérés : ainsi elle a atteint ce grand résultat, de prolonger dans une certaine mesure la durée moyenne de la vie. On peut donc hardiment avancer, à ce titre, que l'éthérisation est une des plus précieuses conquêtes dont la chirurgie se soit enrichie depuis son origine.

Mais l'éthérisation ne participerait pas de la nature des découvertes et des créations humaines, si quelques inconvénients ne se liaient à son emploi, si à côté de ses avantages on ne pouvait signaler quelques dangers plus ou moins graves, si un peu d'ombre ne se mêlait à sa bienfaisante lumière. Nous ne devons et nous ne voulons dissimuler en rien cette face de la question. Il importe que les dangers qui peuvent résulter de l'emploi de l'anesthésie soient bien connus; car, ainsi qu'on l'a fait remarquer, si ces dangers existent, ils sont d'autant plus graves qu'ils empruntent l'apparence d'un bienfait. Disons-le donc sans détour, les inhalations d'éther ont provoqué plusieurs accidents sérieux, les inhalations de chloroforme ont plusieurs fois amené la mort. La gravité de ce sujet nous oblige à l'examiner avec quelques détails.

(1) *Observations et réflexions sur les effets des vapeurs d'éther.* Liége, 1847.

Ce n'est que plus d'un an après la découverte et l'emploi général de la méthode anesthésique que s'est élevée la question du danger des inhalations stupéfiantes. Des milliers de malades avaient déjà éprouvé les avantages de l'anesthésie et en bénissaient les bienfaits, lorsque quelques accidents signalés en Angleterre à la suite de l'administration de l'éther vinrent troubler la sécurité parfaite dans laquelle les chirurgiens avaient vécu jusqu'à cette époque. Disons-le cependant, ces premiers faits étaient mal interprétés, et les craintes qui s'élevèrent alors étaient marquées au coin d'une singulière exagération.

Le premier événement fâcheux attribué à l'emploi de l'éther fut publié à la fin de février 1848, par la *Gazette médicale de Londres*. Il s'agissait d'un jeune apprenti, âgé de onze ans, nommé Albin Burfitt, qui avait eu les deux cuisses saisies par l'engrenage d'une mécanique. Il en était résulté une fracture avec une telle dilacération des parties molles, que l'amputation fut jugée indispensable. Elle fut pratiquée par M. Newman, le 23 février 1848. Malgré l'usage des inhalations éthérées, le jeune malade ressentit beaucoup de douleur dans les premiers temps de l'amputation. Après l'opération, il tomba dans un état de prostration profonde et mourut trois heures après. La mort du jeune Burfitt ne pouvait évidemment se rapporter à l'action de l'éther; les graves désordres dont l'économie avait été le théâtre, les douleurs excessives que le sujet avait ressenties dans les premiers instants de l'opération, et qui d'ailleurs s'expliquent par ce fait que le chirurgien avait opéré pendant la période de l'excitation éthérée, c'est-à-dire dans un moment où, comme nous l'avons vu, la sensibilité est accrue, enfin l'épuisement nerveux qui avait été la conséquence de l'ébranlement profond imprimé à l'organisme, rendaient suffisamment compte de cette mort. Aussi ce fait ne causa-t-il qu'une assez faible sensation.

Il en fut autrement d'un événement semblable arrivé quel-

ques jours après. Le 18 mars, une enquête fut ouverte devant le *coroner* du comté de Lincoln, à l'occasion de la mort d'une jeune femme, nommée Anne Parkisson, survenue trois jours après l'emploi des inhalations d'éther. Ce fait fut porté devant les tribunaux, et le coroner décida que l'opérée était morte « par l'effet de la vapeur d'éther qu'on lui avait fait respirer. » Mais un jury plus compétent eût tenu compte, pour absoudre l'agent incriminé, de l'état naturel de faiblesse de la malade, de la longueur de l'opération, des phénomènes nerveux qui l'avaient suivie, et surtout des faits que révéla l'autopsie cadavérique.

Le dernier cas de mort signalé à cette époque en Angleterre, comme consécutif à l'administration de l'éther, est celui d'un homme âgé de cinquante-deux ans, nommé Thomas Herbert, opéré de la taille par M. Roger Nunn, chirurgien de l'hôpital de Colchester, à Essex, et qui mourut cinquante heures après l'opération. Ici la taille avait été pratiquée chez un sujet épuisé, et nous n'avons pas besoin de dire que l'on a vu cent fois, après la cystotomie, la mort par épuisement nerveux arriver dans un délai beaucoup plus court, sans que l'on eût fait usage des anesthésiques (1).

En France, aucun cas de mort réellement imputable à l'éther n'avait été signalé avant le fait observé à l'Hôtel-Dieu d'Auxerre, le 10 juillet 1847, sur un ouvrier bavarois, âgé de cinquante-cinq ans, affecté d'un cancer au sein, et qui mourut pendant l'opération même, avec des signes évidents d'asphyxie. Le défaut de surveillance dans l'administration de l'éther, qui fut probablement employé de manière à amener l'asphyxie par privation d'air, et en outre, l'insuffisance des moyens mis en usage pour ramener le malade à la vie, marquent suffisamment la cause de cette mort.

(1) La même réflexion s'applique au cas de mort signalé à la même époque par M. Roel, de Madrid.

Jusqu'à la fin de 1848, les dangers liés à l'emploi des anesthésiques restèrent donc enveloppés de beaucoup de doutes. Parmi tous les cas de mort attribués à l'éther, il n'en était pas un seul dans lequel on ne pût rapporter à une autre circonstance la cause des accidents, et ces événements, perdus d'ailleurs au milieu d'une masse innombrable de faits contraires, n'avaient eu d'autre résultat que d'inspirer aux chirurgiens une prudente réserve dans l'administration d'une substance qui, employée sans discernement, pouvait amener de fâcheux mécomptes. Mais la scène changea à l'apparition du chloroforme. Deux mois s'étaient à peine écoulés depuis que M. Simpson avait fait connaître sa découverte, lorsque quelques événements funestes vinrent réveiller les premières alarmes. La rapidité avec laquelle le chloroforme exerce son action faisait assez comprendre qu'il agit à la manière des substances vénéneuses, et qu'entre des mains inexpérimentées ou inhabiles, il pourrait provoquer de dangereux accidents. M. Sédillot le comprit le premier, et dans la séance de l'Académie de médecine, du 25 janvier 1848, il communiquait ses craintes aux chirurgiens. Ses prévisions ne tardèrent pas à se réaliser. Quelques faits, observés d'abord en Angleterre et bientôt après en France, vinrent jeter sur la question de sinistres lumières. Il ne s'agissait plus de ces cas problématiques offrant à la discussion d'inépuisables ressources ; il ne s'agissait plus, comme avec l'éther, de morts survenues quelques heures ou quelques jours après l'administration des vapeurs anesthésiques : c'est pendant la durée de l'opération et sous le couteau du chirurgien que les individus avaient expiré ; commencée sur un malade, l'incision s'était achevée sur un cadavre. La mort même était arrivée quelquefois avant le commencement de l'opération, et lorsque le malade respirait encore les vapeurs anesthésiques : avant que la main du chirurgien fût armée, l'individu était tombé comme frappé de la foudre.

Au mois de juillet 1848, un événement déplorable arrivé à Boulogne arracha les derniers voiles qui cachaient une vérité pénible. Mademoiselle Stock, soumise, pour une opération de peu d'importance, à l'action du chloroforme, tomba comme foudroyée entre les mains du chirurgien. La justice ayant cru devoir intervenir dans cette affaire, le ministre demanda à l'Académie de médecine des éclaircissements à l'occasion de ce fait, et le chirurgien incriminé ayant, de son côté, transmis à la même Société savante tous les détails de l'événement, l'Académie s'occupa aussitôt d'étudier, avec toute l'attention qu'il exigeait, cet important problème.

Une grande commission ayant été instituée dans le sein de l'Académie de médecine, M. Malgaigne, choisi comme rapporteur, présenta à l'Académie, au mois de novembre 1848, un rapport développé sur cette question. Rassemblant la plupart des événements du même genre disséminés dans les recueils scientifiques, M. Malgaigne apportait un relevé complet pour cette époque, des différents cas de morts imputables au chloroforme. La réunion de ces faits avait, en soi, une triste éloquence, et le public médical s'en émut avec juste raison. Comme, en de telles questions, les faits nous paraissent devoir parler plus haut que tous les raisonnements que l'on pourrait invoquer, nous allons les faire connaître d'après le travail du savant rapporteur de l'Académie.

Le premier des cas de mort recueillis par M. Malgaigne est celui d'Hannah Greener, publié par les journaux anglais en 1848.

Hannah Greener était une belle jeune fille de quinze ans, affectée seulement d'un ongle incarné. Elle s'adressa au docteur Meggisson, qui jugea nécessaire d'enlever à la fois l'ongle et sa matrice. Déjà, auparavant, la jeune fille avait subi l'ablation de cet ongle; mais la matrice respectée avait ramené la maladie. Pour cette première opération, elle avait aspiré l'éther

et n'avait éprouvé aucune douleur; seulement elle avait ressenti un mal de tête assez violent. On lui promit qu'avec le chloroforme elle n'aurait rien de semblable à redouter. Malgré cette assurance, dit M. Malgaigne, l'opération lui faisait peur, et toute la journée qui précéda, elle parut fort tourmentée, criant continuellement et désirant mourir plutôt que de s'y soumettre. C'est dans cet état que M. Meggisson la trouva le vendredi 28 janvier. Il essaya inutilement de calmer ses appréhensions. Elle se plaça sur la chaise en sanglotant. L'opérateur versa une cuillerée à thé de chloroforme sur un mouchoir, qu'il appliqua devant le nez et la bouche. Hannah Greener fit deux inspirations, puis repoussa la main de l'opérateur. Celui-ci lui commanda de tenir ses mains sur ses genoux, et elle respira alors le chloroforme pendant une demi-minute environ. La respiration n'étant point stertoreuse, et aucun autre phénomène ne s'étant présenté, M. Meggisson dit à son aide de procéder à l'opération. Celui-ci achevait l'incision demi-circulaire autour de l'ongle, quand la jeune fille fit un brusque mouvement comme pour échapper. M. Meggisson pensa que le chloroforme n'agissait pas suffisamment, et il en remettait d'autre sur le mouchoir, quand il vit soudainement les lèvres et la face pâlir, et un peu d'écume sortir de la bouche, comme dans une attaque d'épilepsie. Il lui ouvrit les yeux, ils restèrent ouverts; il lui jeta de l'eau à la figure, il lui administra de l'eau-de-vie, dont elle avala un peu avec difficulté. Il l'étendit sur le plancher, et essaya de lui ouvrir une veine du bras, puis la veine jugulaire; le sang ne coula pas. En un mot, moins d'une minute après l'apparition des premiers accidents, elle avait cessé de respirer, elle était morte. Depuis le commencement de l'inhalation jusqu'au moment de la mort, il ne s'était pas écoulé plus de trois minutes.

Une enquête judiciaire fut ouverte à l'occasion de ce fait. D'après les résultats de l'autopsie, qui fut pratiquée le lende-

main, le docteur John Fife crut devoir rapporter la mort à l'action du chloroforme.

L'auteur de la découverte des propriétés anesthésiques du chloroforme, M. Simpson, ne manqua pas de se porter à sa défense; il prétendit que la mort devait être attribuée non au chloroforme, mais bien aux moyens employés pour rappeler la malade à la vie. Selon lui, Hannah Greener aurait éprouvé tout simplement une syncope durant laquelle la déglutition était impossible; en conséquence, le liquide qu'on avait voulu lui faire avaler aurait rempli le pharynx jusqu'au-dessus de l'ouverture de la glotte, et de là un obstacle à la respiration qui, dans l'état de faiblesse de la jeune fille, avait suffi pour déterminer la suffocation.

L'argumentation de M. Simpson fut réfutée avec vigueur; mais pendant que ce débat s'agitait, un autre événement vint donner à ses adversaires de puissantes armes.

Arthur Walker, apprenti droguiste, âgé de dix-neuf ans, s'était fait une déplorable habitude de respirer le chloroforme pour se procurer les jouissances de l'ivresse. Le 8 février, on le vit peser une once de ce liquide, puis appliquer son mouchoir sur sa bouche, et il ne tarda pas à être pris d'une certaine excitation. Il n'y avait avec lui qu'un enfant dans le magasin, et comme on connaissait sa violence toutes les fois qu'on cherchait à lui retirer le flacon de chloroforme, l'enfant le laissa faire. Arthur Walker se retira au fond de la boutique, et là, posant sa tête sur le comptoir, il se mit à respirer le chloroforme en disposant son tablier au-devant de sa bouche. Dans ce moment, une personne entra dans le magasin, et le croyant endormi, lui frappa sur l'épaule en lui disant : « Est-ce que vous dormez à l'heure qu'il est? » Comme l'apprenti ne répondait point, on se détermina à aller chercher son père, qui seul, en pareil cas, avait quelque puissance sur lui. Arthur Walker resta donc dans le même état environ vingt minutes.

Quand son père arriva et lui releva la tête, il était mort. On essaya de le saigner, on tenta même la respiration artificielle à l'aide d'un soufflet introduit par une ouverture dans la trachée, mais tout fut inutile.

Ces deux accidents s'étaient suivis à deux jours d'intervalle; quinze jours après, un malheur du même genre venait effrayer les médecins américains.

Mistriss Martha Simmons, âgée de trente-cinq ans et jouissant d'une bonne santé, éprouvait à la face et dans l'oreille quelques douleurs que l'on rapportait à l'existence d'une dent cariée. Le 23 février, elle se mit en route et fit, à pied, trois quarts de mille pour aller chez son dentiste se faire arracher quelques racines de dents. Elle fut soumise à l'inhalation du chloroforme en présence de deux dames de ses amies, qui rapportèrent ensuite les détails suivants : « Les mouvements respiratoires paraissaient se faire librement; la poitrine se soulevait. Mais après quelques inhalations, la face devint pâle. Au bout d'une minute environ, le dentiste appliqua ses instruments, et ôta quatre racines de dents. La malade poussa un gémissement, et manifesta, pendant l'opération, des indices de souffrance, sans proférer cependant une parole, ni donner aucun signe de connaissance. Après l'extraction de la dernière racine, c'est-à-dire environ deux minutes après le commencement de l'inhalation, la tête se tourna de côté, les bras se roidirent légèrement et le corps se rejeta un peu en arrière. Dans ce moment, mistriss Pearson, l'une des assistantes, ayant mis le doigt sur le pouls, observa qu'il était faible, et presque immédiatement il cessa de battre; la respiration cessa à peu près en même temps. La figure, de pâle qu'elle était d'abord, devint livide; les ongles des doigts prirent la même teinte; la mâchoire inférieure s'abaissa; la langue fit une légère saillie à l'un des coins de la bouche, et les bras tombèrent dans un relâchement complet. Les deux dames la considérèrent alors comme morte.

On fit de vains efforts pour la rappeler à la vie : ammoniaque sous les narines, eau froide jetée à la figure, application de moutarde, d'eau-de-vie, etc. On finit par la transporter de la chaise où elle était sur un sopha; elle ne donna ni un signe de respiration, ni un signe de vie. »

Walter Badger, âgé de vingt-trois ans, jouissait habituellement d'une bonne santé, bien qu'il se plaignît fréquemment de violents battements de cœur. Le 30 juin 1848, il se présenta chez M. Robinson, dentiste, pour se faire arracher plusieurs dents. Il désirait être endormi par le chloroforme, bien que son médecin, dit M. Malgaigne, l'en eût dissuadé, en raison de sa maladie du cœur. M. Robinson le soumit donc à l'appareil à éthérisation : le patient aspira la vapeur de chloroforme pendant environ une minute; il dit alors qu'il croyait que le chloroforme n'était pas assez fort. Le dentiste le quitta pour aller chercher son flacon et remettre un peu de liquide dans l'appareil. Walter Badger fut ainsi laissé environ trois quarts de minute; dans ce court espace de temps, sa main tomba, abandonnant l'appareil qu'il tenait lui-même, la tête s'inclina sur la poitrine; il était mort. M. Robinson lui tâta le pouls, envoya en toute hâte chercher le docteur Waters, qui essaya la saignée, et ne put obtenir qu'une demi-cuillerée d'un sang très noir. Pendant une demi-heure, on tenta l'inspiration artificielle, les frictions et d'autres remèdes, le tout en vain.

Une enquête fut ouverte à l'occasion de ce fait, qui constitue sans aucun doute l'un des plus sérieux arguments contre le chloroforme, car rien ici ne peut être attribué à l'asphyxie. Lorsque Walter Badger tomba, il n'avait cessé d'aspirer le chloroforme, et, selon le récit officiel de l'événement, « une minute avant de tomber, le patient parlait et riait. » Cependant le jury déchargea M. Robinson de la responsabilité de ce malheur.

Là s'arrête la liste funèbre recueillie par M. Malgaigne dans

les journaux anglais. Nulle catastrophe de ce genre n'avait encore été observée en France avec le chloroforme, lorsque l'Académie de médecine reçut la communication du fait de Boulogne. Nous n'avons signalé ce fait que d'une manière sommaire ; c'est ici le lieu de le faire connaître avec plus de détails.

Mademoiselle Stock, âgée de trente ans, grande et bien constituée, avait été légèrement blessée à la cuisse en tombant de voiture, par un fragment de bois qui n'avait produit qu'une petite déchirure à la peau. Il se forma bientôt en ce point un petit abcès qui vint à suppuration ; on jugea nécessaire d'inciser la peau ; et le docteur Gorré fut appelé pour cette petite opération. Mademoiselle Stock désira être endormie par le chloroforme ; M. Gorré revint donc le lendemain, 26 mai, muni d'un flacon de ce liquide. La malade était gaie et exempte de toute préoccupation ; son médecin ordinaire et une sage-femme assistaient à l'opération. « Je plaçai, dit le docteur Gorré, sous » les narines de la malade un mouchoir sur lequel avaient été » jetées quinze à vingt gouttes au plus de chloroforme. A peine » a-t-elle fait quelques inspirations qu'elle porte la main sur » le mouchoir pour l'écarter, et s'écrie d'une voix plaintive : » *J'étouffe*. Puis tout aussitôt le visage pâlit, les traits s'altèrent, » la respiration s'embarrasse, l'écume vient aux lèvres. A l'in» stant même (et cela très certainement *moins d'une minute* » après le début d'inhalation), le mouchoir aspergé de chloro» forme est retiré. Mais persuadé que les accidents ne sont que » passagers et qu'il va suffire, pour que l'effet cesse, d'avoir » supprimé la cause, je m'empresse de glisser par la petite plaie » fistuleuse qui existe à la cuisse une sonde cannelée sur la» quelle j'incise le décollement jusqu'à ses limites, c'est-à-dire » dans une étendue de 6 à 7 centimètres, et je retire du » fond de cette plaie un petit fragment de bois mince et » pointu.

» Durant le temps infiniment court que prend cette petite » opération, mon confrère cherche par tous les moyens à re- » médier à cette annihilation imminente de la vie. Je me joins » à lui, et tous deux nous mettons en œuvre avec activité les » mesures les plus propres à conjurer une issue fatale. Frictions » sur les tempes, sur la région précordiale, projection d'eau » fraîche sur le visage, titillation de l'arrière-bouche avec les » barbes d'une plume, insufflation de l'air dans les voies aé- » riennes, ammoniaque sous les narines, tout ce qu'il est pos- » sible de faire en pareil cas est tenté par mon confrère et par » moi pendant deux heures. » Tout fut inutile; la malade était morte.

Mentionnons encore un fait du même genre observé à Paris, dans le service de M. Robert.

Pendant les journées de juin 1848, un Alsacien, âgé de vingt-quatre ans, nommé Daniel Schlyg, avait eu la cuisse fracassée par une balle avec une telle dilacération des parties molles, que M. Robert jugea tout de suite indispensable la désarticulation du membre; mais l'état de prostration du malade ne permettait pas de la pratiquer immédiatement. Deux jours après, la cuisse était très tuméfiée, les douleurs très vives, le pouls petit et sans résistance, le moral plus abattu que jamais par un sombre désespoir. Toutes les conditions étaient donc défavorables pour l'amputation; mais le malade la réclamait, et M. Robert s'y décida. On lui fit respirer le chloroforme : au bout de trois à quatre minutes, il éprouva quelques légères convulsions, et bientôt après il tomba dans un état de collapsus complet. Le chirurgien commença alors la grave opération de la désarticulation de la cuisse. L'opérateur avait taillé le lambeau antérieur et lié les vaisseaux; il ne restait qu'à désarticuler le fémur et à tailler le lambeau postérieur; mais le sujet commençait à s'éveiller, M. Robert prescrivit une nouvelle inhalation de chloroforme, tout en continuant l'opé-

ration. Un quart de minute s'était à peine écoulé, que la respiration devint stertoreuse. L'inhalation fut aussitôt suspendue. Le visage était très pâle, les lèvres décolorées, les pupilles dilatées, les yeux renversés sous les paupières supérieures. Le chirurgien suspendit l'opération pour essayer de ranimer le malade ; mais la respiration devint rare et suspirieuse, le pouls ne se sentait plus, les membres étaient dans un état complet de résolution. On essaya les frictions sur la peau, les irritations de la membrane pituitaire, le soulèvement cadencé des bras et du thorax; plusieurs fois la respiration sembla se ranimer, et le pouls devint appréciable; mais, après trois quarts d'heure d'efforts incessants, tout espoir s'évanouit, et l'on n'eut entre les mains qu'un cadavre.

Tels sont les faits qui devinrent le texte de la discussion importante qui eut lieu, en 1848, à l'Académie de médecine. M. Malgaigne ne crut point y trouver des motifs suffisants pour condamner l'emploi du chloroforme. Parmi tous les faits exposés dans son rapport, M. Malgaigne n'en admettait que trois dans lesquels la mort fût positivement imputable au chloroforme. Les autres cas s'expliquaient, selon lui, soit par l'asphyxie, soit par des morts subites déterminées par certaines lésions organiques dont les individus étaient affectés.

Les explications données par M. Malgaigne ne parurent point répondre à la gravité des faits constatés. Ranger dans la catégorie équivoque des morts subites la plupart de ces faits, était une espèce de faux fuyant qui, en général, parut d'assez mauvais goût. Si les sujets qui ont succombé portaient des lésions organiques suffisantes pour amener subitement la mort, elles devaient sauter aux yeux du clinicien le moins exercé ; comment se fait-il dès lors que personne n'ait su les diagnostiquer d'avance? Si ces altérations avaient présenté une certaine gravité, le praticien n'eût pas manqué de les reconnaître, et, dans ce cas, il se fût dispensé d'opérer. Sans doute, chez quelques-

uns de ces malades, certaines dispositions individuelles avaient pu seconder l'action léthifère du chloroforme; mais il n'y avait rien là qui menaçât directement et actuellement leur vie. D'ailleurs, dans tous les autres cas, les sujets jouissaient d'une santé parfaite, et ne se présentaient que pour subir des opérations insignifiantes : deux venaient se faire extraire une dent, le troisième arracher un ongle, le quatrième inciser un petit abcès, le cinquième ne respirait le chloroforme que pour se procurer un état d'ivresse. Il fallait évidemment une certaine complaisance pour affirmer que tous ces individus étaient sous l'imminence d'une mort subite.

Il est tout aussi difficile d'admettre, avec M. Malgaigne, que la plupart des cas de mort analysés dans son travail, puissent reconnaître pour cause l'asphyxie. Il n'existe point, selon nous, de cause d'asphyxie qui amène la mort dans trois minutes; il n'est pas dans la nature de l'asphyxie de tuer aussi soudainement, et surtout de résister à toute la série si bien entendue des moyens que l'on s'est hâté de mettre en œuvre pour la combattre.

Ainsi il était plus simple, et en même temps plus conforme aux faits, de rapporter ces diverses morts à une action toxique propre au chloroforme. Ce composé appartient en effet à la classe des poisons les plus actifs, et c'est ce qu'a parfaitement démontré M. Jules Guérin, qui a émis en même temps des vues aussi neuves que justes sur le mode d'action du chloroforme. M. Guérin a établi que le chloroforme peut exercer de deux manières son action délétère sur l'homme et les animaux qui le respirent : 1° d'une manière foudroyante, en sidérant subitement l'économie, en altérant subitement la vie dans sa source même, comme le font les poisons septiques, tels que l'acide cyanhydrique ou l'hydrogène arsénié ; 2° par suite d'une action particulière sur l'appareil nerveux qui préside à l'exercice de la fonction respiratoire, laquelle se trouve arrêtée et laisse

ainsi apparaître les phénomènes de l'asphyxie. Ces deux modes différents de l'action du chloroforme rendent compte de la diversité des circonstances qu'ont présentée les cas de mort observés à la suite de l'administration de cet agent. M. Guérin a montré, de plus, que certaines dispositions individuelles, ou bien quelques états physiques particuliers, tels que la faiblesse par suite de saignée, de diète, de maladie, l'âge, etc., rendent l'homme plus accessible à l'action léthifère du chloroforme (1).

Cependant cette doctrine ne prévalut point devant l'Académie de médecine. Mue par un sentiment louable, puisqu'elle désirait surtout ne pas discréditer à son début l'emploi des anesthésiques, et ne pas faire perdre à la chirurgie une de ses plus belles conquêtes, la majorité de l'Académie, entrant dans les vues de son rapporteur, crut devoir absoudre le chloroforme des revers qui lui étaient attribués. Voici, en effet, les conclusions adoptées par l'Académie à la suite de la discussion du rapport de M. Malgaigne.

En ce qui touche la mort de mademoiselle Stock, on formula les conclusions suivantes :

« 1° La mort ne saurait être attribuée, en aucune façon, à l'action toxique du chloroforme.

» 2° Il existe dans la science un grand nombre d'exemples tout à fait analogues de morts subites et imprévues, soit à l'occasion d'une opération, soit même en dehors de toute opération, mais surtout en dehors de toute application du chloroforme, sans que les recherches les plus minutieuses permettent toujours d'assigner la cause de la mort.

» 3° Toutefois, dans le cas en question, l'explication la plus probable paraît être l'immixtion d'une quantité de fluide gazeux dans le sang. »

En ce qui touche la nocuité ou l'innocuité générale du chloroforme, l'Académie adopta les conclusions suivantes :

(1) *Bulletin de l'Académie nationale de medecine*, t. XIX, p. 289 et 396, séances du 14 novembre 1848 et du 9 janvier 1849.

« 1° Le chloroforme est un agent des plus énergiques, qu'on pourrait rapprocher de la classe des poisons, et qui ne doit être manié que par des mains expérimentées.

» 2° Le chloroforme est sujet à irriter, par son odeur et son contact, les voies aériennes, ce qui exige plus de réserve dans son emploi lorsqu'il existe quelque affection du cœur ou des poumons.

» 3° Le chloroforme possède une action toxique propre, que la médecine a tournée à son profit en l'arrêtant à la période d'insensibilité, mais qui, trop longtemps prolongée ou à dose trop considérable, peut amener directement la mort.

» 4° Certains modes d'administration apportent un danger de plus, étranger à l'action du chloroforme lui-même : ainsi on court des risques d'asphyxie, soit quand les vapeurs anesthésiques ne sont pas suffisamment mêlées d'air atmosphérique, soit quand la respiration ne s'exécute pas librement.

» 5° On se met à l'abri de tous ces dangers en observant exactement les précautions suivantes : 1° S'abstenir ou s'arrêter dans tous les cas de contre-indication bien avérée, et vérifier avant tout l'état des organes de la circulation et de la respiration ; 2° prendre soin, pendant l'inhalation, que l'air se mêle suffisamment aux vapeurs du chloroforme, et que la respiration s'exécute avec une entière liberté ; 3° suspendre l'inhalation aussitôt l'insensibilité obtenue, sauf à y revenir quand la sensibilité se réveille avant la fin de l'opération. »

Ainsi, le chloroforme sortait victorieux du débat académique. La méthode anesthésique avait obtenu, de l'issue de ces discussions, une consécration solennelle, et le chloroforme conservait, dans la pratique des opérations, la place qu'il avait conquise. Le rapport académique le rangeait, il est vrai, au nombre des poisons, mais on l'amnistiait de toute conséquence fâcheuse en ajoutant que certaines précautions déterminées mettent les malades « à l'abri de tous dangers. »

Confiants dans l'opinion et les hautes lumières de notre premier corps médical, les praticiens reprirent donc l'emploi du chloroforme dans le cours des opérations douloureuses. Mais des faits nouveaux et d'une gravité impossible à dissimuler ou

à méconnaître, vinrent apporter, contre les conclusions académiques, de tristes et irrécusables arguments. C'est le 6 février 1849 que fut adopté, par l'Académie, le rapport de M. Malgaigne ; six jours après, le 12 du même mois, un journal de médecine publiait le récit détaillé d'un nouveau cas de mort par le chloroforme, exposé avec la plus honorable loyauté, par l'un des chirurgiens les plus distingués des hôpitaux de Lyon. Il s'agissait d'un jeune homme de dix-sept ans, exerçant la profession de carrier, et qui était entré à l'Hôtel-Dieu de Lyon, pour y subir la désarticulation d'un doigt. Ce fait répond sans réplique à tous les arguments invoqués en faveur du chloroforme, car il démontre avec évidence que toute l'habileté et toute la prudence du chirurgien demeurent insuffisantes dans certains cas, pour conjurer les dangers auxquels expose l'administration de cet agent. On nous permettra donc de rappeler les termes mêmes de l'observation publiée par M. Barrier.

« Le jour venu, dit le chirurgien de Lyon, après s'être assuré que le malade jouit d'une bonne santé et n'a pris aucun aliment, on le fait placer sur un lit et on le soumet à l'inhalation du chloroforme, qu'il a désirée et qui ne lui inspire aucune appréhension. Le flacon qui renferme l'agent anesthésique est le même qui a servi, un instant auparavant, à endormir une jeune fille chez laquelle tout s'est passé régulièrement. On se sert, comme d'ordinaire, d'une compresse à tissu très clair, étendue au-devant du visage, laissant un passage facile à l'air atmosphérique, et l'on verse le chloroforme par gouttes, à plusieurs reprises, sur la portion de la compresse qui correspond à l'ouverture du nez. Deux aides très habitués à la chloroformisation en sont chargés, et explorent en même temps le pouls aux radiales. L'opérateur surveille et dirige le travail des aides.

» Après quatre à cinq minutes, le malade sent et parle encore. Une minute de plus s'est à peine écoulée, que le malade prononce quelques mots et manifeste une légère agitation. Il a absorbé tout au plus six à huit grammes de chloroforme, ou plutôt c'est cette

quantité qui a été versée sur la compresse, et l'évaporation en a nécessairement entraîné la plus grande partie. Le pouls est resté d'une régularité parfaite sous le rapport du rhythme et de la force des battements.

» Tout à coup le patient relève brusquement le tronc et agite les membres, qui échappent aux aides; mais ceux-ci les ressaisissent promptement et remettent le malade en position. Ce mouvement n'a pas duré certainement plus d'un quart de minute, et cependant l'un des aides annonce immédiatement que le pouls de l'artère radiale a cessé de battre. On enlève le mouchoir; la face est profondément altérée. L'action du cœur a cessé tout à fait : plus de pouls nulle part, plus de bruit dans la région du cœur. La respiration continue encore, mais elle devient irrégulière, faible, lente, et cesse enfin complétement dans l'espace d'une demi-minute environ.

» Au premier signal donné, on a dirigé des moyens énergiques contre les accidents, dont la gravité a été immédiatement comprise. On approche un peu d'ammoniaque, sur un linge, de l'ouverture du nez; on en verse une grande quantité sur le thorax et sur l'abdomen, que l'on frictionne avec force. On cherche à irriter, avec la même substance, les parties les plus sensibles des téguments. On applique de la moutarde, on incline la tête hors du lit, enfin on cherche à ranimer la respiration par des pressions alternatives sur l'abdomen et sur la poitrine. Après deux ou trois minutes la respiration reparaît et prend même une certaine ampleur, mais le pouls ne se révèle nulle part. On insiste sur les frictions. La respiration se ralentit de nouveau et cesse encore une fois. L'espérance qu'on avait conçue s'évanouit. On insuffle de l'air dans la bouche et jusque dans le larynx, en portant une sonde à travers l'ouverture de la glotte, parce qu'en soufflant dans la bouche on s'apercevait que l'air passe dans l'estomac. Des fers à cautère ayant été mis au feu dès le début des accidents, le chirurgien cautérise énergiquement les régions précordiales, épigastriques, prélaryngiennes. Le pouls ne reparaît point. On continue pendant plus d'une demi-heure tous les efforts imaginables pour ramener le malade à la vie; ils restent inutiles. »

Quelques mois après, un autre événement du même genre fut communiqué à l'Académie de médecine par M. de Confévron, médecin des hôpitaux de Langres. Il se rapporte à une

dame de trente-trois ans, madame Labrune, qui succomba à l'action du chloroforme administré pour faciliter l'extraction d'une dent.

Madame Labrune avait déjà été soumise, sans le moindre accident, aux inhalations d'éther. Le 24 août 1849, son médecin, M. de Confévron, crut devoir la soumettre, en présence d'un dentiste, à l'action du chloroforme. Il plaça sur un mouchoir un morceau de coton imbibé d'environ 1 gramme de cette substance. Madame Labrune l'approcha elle-même de ses narines et le respira à quelque distance, de manière à permettre le mélange de l'air aux vapeurs anesthésiques. En huit ou dix minutes l'effet se fit sentir; on le remarqua au clignotement des paupières. Le médecin indiqua alors au dentiste, placé derrière la malade, qu'il pouvait agir; mais la patiente, qui avait l'habitude de l'éthérisation, ne se sentant pas suffisamment engourdie, repoussa la main de l'opérateur, et faisant comprendre par signes que l'insensibilité n'existait pas encore, elle rapprocha le mouchoir de ses narines et fit rapidement quatre ou cinq inspirations plus larges. A cet instant, le médecin lui retira lui-même le mouchoir qu'elle serrait sous son nez. Il ne la quitta des yeux que pendant le temps nécessaire pour poser le mouchoir sur un meuble voisin, et déjà, lorsqu'il reporta ses regards sur elle, la face était pâle, les lèvres décolorées, les traits altérés, les yeux renversés, les pupilles horriblement dilatées, les mâchoires contractées de manière à empêcher l'opération du dentiste, la tête renversée en arrière; le pouls avait disparu, les membres étaient dans un état complet de résolution. Quelques inspirations éloignées furent les seuls signes de vie que la malade donna. Les moyens les plus rationnels furent employés, mais en vain, pour la rappeler à elle (1).

(1) On peut encore citer à ce propos un fait semblable arrivé à West-

Ces deux faits, dont le dernier avait reçu de la presse périodique un grand retentissement, émurent vivement le public et le monde médical lui-même. Une malheureuse affaire du même genre étant, sur ces entrefaites, arrivée à Paris dans la pratique civile, la justice s'en saisit, et porta devant les tribunaux une question de responsabilité médicale qui touchait, dans ses intérêts les plus directs, la pratique de l'art. La question des inhalations anesthésiques au moyen du chloroforme exigeait donc une étude et un examen nouveaux. Intimidés par les poursuites judiciaires dirigées à l'occasion de l'affaire Triquet, quelques chirurgiens demeuraient incertains sur la conduite à suivre et demandaient des garanties devant le public et devant leur conscience contre les conséquences de faits semblables. C'est sous l'empire de ces circonstances que la question des inhalations chloroformiques fut portée, en 1853, devant la Société de chirurgie.

L'attention de cette Société savante avait été attirée sur cet important sujet par un événement funeste qui s'était passé à l'hôpital d'Orléans sous les yeux du chirurgien en chef. Le 20 décembre 1852, un jeune soldat, opéré pour l'ablation de deux petits kystes situés dans la joue gauche, était mort sous les yeux et entre les mains de l'opérateur, quatre minutes après l'inspiration des premières vapeurs chloroformiques. Le chirurgien de l'Hôtel-Dieu d'Orléans, M. Vallet, ayant adressé

minster, le 17 février 1849. Il s'agit d'un ouvrier maçon, âgé de trente-six ans, soumis à l'amputation du gros orteil, et qui succomba quelques instants après l'opération, dix minutes après avoir été soumis aux inhalations du chloroforme. Toutes les précautions nécessaires avaient été prises par le chirurgien, et les soins les mieux entendus furent mis en œuvre pour conjurer l'issue fatale. Aussi le jury devant lequel fut portée cette affaire rendit-il le verdict suivant : « Le décédé Samuel Bennett est mort du chloroforme, *convenablement administré.* » Le coroner qui formula cet arrêt ne se doutait guère qu'il tranchait avec son bon sens une question qui divisait depuis un an la médecine en deux camps opposés.

à la Société de chirurgie la relation de ce fait, fournit à cette réunion savante l'occasion de soumettre à une étude approfondie la méthode anesthésique, et de s'occuper en particulier de l'examen des dangers qui se rattachent à l'emploi du chloroforme. La commission organisée dans le sein de la Société de chirurgie pour l'étude de cette question, confia à M. le docteur Robert, chirurgien de l'hôpital Beaujon, la rédaction de son rapport.

Le travail étendu que M. Robert présenta à la Société de chirurgie au mois de juin 1853 devint, dans le sein de cette Société, le texte d'une longue et intéressante discussion, où furent successivement approfondies toutes les questions qui se rapportent à l'emploi des anesthésiques et les moyens de parer aux dangers qui en résultent. Cette discussion a démontré que, dans un nombre assez considérable de cas, le chloroforme a déterminé la mort des opérés, sans que rien, dans les moyens employés pour son administration, puisse être invoqué pour expliquer le résultat funeste (1).

Ainsi, dans un certain nombre de cas, le chloroforme a amené la mort, soit par l'oubli des précautions qui sont nécessaires pendant son administration, soit par suite de l'existence, chez les individus, de certaines affections organiques, soit enfin en raison de l'action toxique que l'on ne peut s'empêcher de reconnaître au chloroforme, action que certaines *idiosyncrasies* peuvent rendre accidentellement plus grave. Faut-il cependant, d'après ce petit nombre de résultats malheureux, et en regard du nombre immense de faits contraires, renoncer aux bienfaits de la méthode anesthésique et la bannir sans retour de la scène chirurgicale ? Il y aurait de la folie à le pré-

(1) Nous avons cru devoir rapporter dans les notes de ce volume (Note IX), comme document utile à consulter, le texte d'une partie du rapport de M. Robert. C'est le travail le plus important et le plus remarquable qui ait encore paru sur cette grave question.

tendre. Autant vaudrait renoncer aux machines à vapeur, à cause des désastres qu'elles ont souvent provoqués, aux chemins de fer, en raison des malheurs qu'ils ont pu produire. Il faudrait abandonner, au même titre, tous ces agents héroïques de la médecine interne, qui rendent tous les jours à l'humanité des services immenses, et qui ne sont pas sans avoir amené sans doute quelques résultats semblables. Si l'on dressait pour l'opium, pour le quinquina, pour la saignée, pour les purgatifs, pour l'émétique, un relevé pareil à celui que l'on a dressé pour le chloroforme et l'éther, nul doute que l'on ne dévoilât un plus triste nécrologue. Voudrait-on, pour cela, répudier ces médicaments précieux? Assurément, ce n'est pas ainsi qu'il faut entendre le progrès scientifique. Le progrès consiste à tenir compte de ces accidents pour surveiller, pour perfectionner, pour régulariser l'emploi de ces divers moyens, qui, à côté de leurs avantages, ont aussi leurs dangers, et qui n'offrent ces dangers que parce qu'ils ont ces avantages: une substance ne peut jouir, en effet, d'une certaine efficacité thérapeutique qu'à condition d'exercer sur l'économie une action plus ou moins profonde. L'art réside à diriger convenablement l'exercice de cette action pour le faire tourner au profit de la science et de l'humanité.

Au reste, la question des dangers de la méthode anesthésique est complexe; et, comme le remarque avec beaucoup de raison M. Bouisson, il est nécessaire, pour la résoudre, de distinguer entre les agents anesthésiques et la méthode elle-même. Il n'est pas douteux que les substances douées de la propriété d'anéantir la sensibilité de nos organes, ne trouvent dans cette propriété même la source de certains périls. Mais les chances dangereuses ne sont pas les mêmes pour le chloroforme et pour l'éther. L'emploi de l'éther sulfurique ne peut soulever aucune crainte sérieuse; les cas de morts attribuées à cette substance sont peu nombreux et tous susceptibles d'une victorieuse discussion.

L'anesthésie au moyen du chloroforme présente moins de sécurité; et si les chirurgiens, adoptant une mesure dictée par une prudence parfaitement justifiée selon nous, se décidaient à abandonner son usage, pour s'en tenir à l'emploi de l'éther sulfurique, ils réduiraient au silence les derniers détracteurs de la méthode anesthésique.

Il est bon de remarquer d'ailleurs que, par suite de l'attention générale dirigée en ce moment vers les études de ce genre, il y a lieu d'espérer que l'on parviendra à découvrir, parmi les agents anesthésiques actuellement connus, ou bien chez d'autres substances non encore signalées, un produit nouveau dont l'action tienne le milieu entre celles de l'éther et du chloroforme, et qui permette de jouir des avantages du premier, tout en évitant les dangers auxquels le second nous expose (1).

Les inconvénients qui peuvent se rattacher à l'emploi des agents anesthésiques actuellement connus ne prouvent rien cependant contre l'utilité de la méthode elle-même. L'anesthésie a amené dans la chirurgie un progrès éclatant, puisqu'elle a diminué, dans une proportion notable, les chances de mort à la suite des grandes opérations; appliquée avec discernement et par des mains prudentes, elle jouit de toute l'innocuité que l'on réclame des procédés de l'ordre thérapeutique. On ne peut exiger de la contingence des faits vitaux autre chose que la pro-

(1) Bien que l'éther et le chloroforme soient les seuls composés employés en chirurgie, on connaît déjà plus de trente substances jouissant de la propriété anesthésique; le travail de M. Nunnely, publié en Angleterre en 1849, sous le titre de : *On anesthesia and anesthœsic substances generally*, contient sur ce sujet des indications très utiles à consulter. Les substances auxquelles M. Nunnely accorde la propriété stupéfiante la plus marquée et la plus innocente sont : l'éther sulfurique, — les carbures d'hydrogène gazeux, et plus particulièrement, parmi les divers carbures d'hydrogène, le gaz de l'éclairage ordinaire, — l'éther chlorhydrique, — l'éther hydrobromique, — le chloroforme, — le chlorure de gaz oléfiant — et le chlorure de carbone.

babilité numérique : or, cette probabilité est portée ici à un degré tellement avancé, qu'elle assure toute sécurité à la confiance du malade et toute liberté à la conscience du chirurgien. Au mois de mars 1850, c'est-à-dire un peu plus de trois ans après l'introduction des anesthésiques dans la pratique chirurgicale, M. Roux estimait à cent mille le nombre d'individus soumis, en Amérique et en Europe, à l'action de l'anesthésie, et sur ce nombre immense de cas, on avait eu à peine douze ou quinze malheurs à déplorer. Depuis la fin de l'année 1846 jusqu'en 1851, MM. Roux et Velpeau ont pratiqué chacun six cents fois l'éthérisation ; mille ou douze cents individus ont été anesthésiés par leurs mains, et aucun de ces chirurgiens n'a été témoin d'un événement fatal. Ces chiffres suffisent pour dissiper les appréhensions qu'ont pu laisser dans l'esprit de nos lecteurs les tristes événements que nous avons dû mentionner.

Ajoutons enfin que l'on voit poindre en ce moment à l'horizon de la science une nouvelle forme d'administration des agents anesthésiques, qui ferait évidemment disparaître la plupart des inconvénients généraux de la méthode, et qui constituerait pour elle un immense progrès. Nous voulons parler de l'*anesthésie locale*, dont plusieurs chirurgiens commencent à s'occuper sérieusement. Le chloroforme employé en frictions sur les parties malades a donné quelquefois d'excellents résultats pour combattre les douleurs internes dans les affections rhumatismales et dans quelques états analogues. Ce mode d'emploi des substances anesthésiques a donné l'idée d'en tirer parti pour les opérations chirurgicales, et l'on a essayé, à l'aide de frictions avec le chloroforme, d'engourdir exclusivement la partie destinée à subir une opération douloureuse, sans faire participer l'économie entière à l'état grave et pénible dans lequel on est forcé de la placer par la méthode ordinaire. On comprend tous les avantages, toute l'importance de cette nouvelle

application de l'anesthésie. Si l'on parvenait à rendre isolément insensible la partie du corps sur laquelle l'opération doit être pratiquée, on échapperait aux difficultés et aux dangers auxquels on s'expose par les procédés suivis aujourd'hui. L'individu resterait tout entier maître de sa volonté et de sa raison, il pourrait se prêter aux mouvements et aux manœuvres du chirurgien, il ne serait plus comme un cadavre entre les mains de l'opérateur. Ainsi la sûreté de l'opération, la confiance du chirurgien, et aussi la dignité humaine, gagneraient à cette heureuse modification. On étendrait en même temps l'application de l'anesthésie à bien des cas où elle ne peut être mise en œuvre. On sait que la plupart des opérations qui se pratiquent vers la bouche ou du côté des voies aériennes, par exemple, ne peuvent être faites avec le chloroforme ou l'éther, parce que l'on redoute avec raison que le sang ne pénètre dans les voies aériennes et ne provoque l'asphyxie. Il est encore certaines opérations qui exigent le concours actif, l'attention, la participation du malade, et qui ne peuvent par conséquent s'accomplir dans l'état de sommeil éthérique. Enfin il existe un très grand nombre de cas dans lesquels l'opération est d'une si faible importance, que l'on juge inutile et même irrationnel d'éthériser les malades ; dans ces dernières circonstances, lorsqu'il ne s'agit, par exemple, que d'un coup de bistouri à donner, les malades pourraient encore jouir du bénéfice des procédés anesthésiques.

Mais si les immenses avantages de l'anesthésie locale sont de toute évidence, les résultats qu'elle a fournis jusqu'à ce jour sont loin de se tenir à la même hauteur. Plusieurs essais ont été tentés dans cette direction en Angleterre et en France pendant l'année 1854 ; nous allons faire connaître ce qu'il en est résulté.

La première origine de ces essais remonte à un chirurgien de Dublin, M. Hardy, qui ne se proposait pas précisément de produire l'insensibilité absolue d'une région, mais seulement

d'y apaiser des douleurs inhérentes à un état pathologique local. L'instrument employé à cet effet par M. Hardy se composait d'une sorte de petit soufflet qui dirigeait un courant d'air à la surface d'un réservoir de chloroforme; en traversant ce réservoir, l'air se charge d'une certaine quantité de vapeurs chloroformiques. C'est avec cet appareil que, dans les hôpitaux de Paris, beaucoup de chirurgiens ont essayé d'obtenir l'anesthésie locale. Mais les résultats ont en général mal répondu à l'attente des expérimentateurs. MM. Nélaton et Paul Dubois, qui se sont les premiers livrés à ce genre d'essais, avaient obtenu d'abord un certain succès qui ne s'est plus reproduit dans les tentatives postérieures. MM. Velpeau, Michon, Giraldès, Gosselin, Guersant, Jobert, Achille Richard et plusieurs autres chirurgiens, n'ont pu réussir à produire l'insensibilité locale, bien que les parties malades aient été soumises pendant près d'un quart d'heure à l'action du courant d'air chargé de vapeurs chloroformiques.

M. le docteur Guérard, l'un des médecins de l'Hôtel-Dieu, paraît avoir obtenu des résultats plus favorables, en conseillant de soumettre les parties douloureuses à une réfrigération considérable, effet que l'on obtient en versant sur ces parties de l'éther sulfurique, et dirigeant ensuite à leur surface un courant d'air rapide à l'aide d'un ventilateur énergique. Bien que l'expérience de ce procédé ait déjà permis d'enregistrer plusieurs succès partiels ou entiers, nous croyons que ce moyen n'a rien à prétendre avec l'anesthésie locale proprement dite, c'est-à-dire avec la pénétration, à travers les téguments extérieurs, du liquide anesthésique. Ici, l'abolition de la sensibilité est due au refroidissement considérable auquel la partie malade est soumise; l'application à la surface de la peau de la glace ou d'un mélange réfrigérant aurait produit un effet absolument analogue, car l'application du froid est un moyen d'anesthésie connu depuis des siècles, et qui, par conséquent,

n'a rien de commun avec la méthode particulière que la chirurgie de nos jours essaie d'inaugurer.

Nous fondant sur ce fait que, dans l'état physiologique, une certaine élévation de température favorise l'absorption, et que le défaut d'absorption, c'est-à-dire la non-pénétration à travers la peau des vapeurs anesthésiques, est probablement la cause des insuccès qu'a rencontrés jusqu'ici l'anesthésie locale, nous avons essayé de soumettre les parties destinées à devenir le siége d'une opération douloureuse à l'action des vapeurs de chloroforme élevées à une température d'environ 50°. L'appareil que nous avons fait construire à cet effet, par M. Luer, se composait d'une petite capacité cylindrique contenant dans son intérieur plusieurs toiles métalliques, et que l'on chauffait extérieurement à l'aide d'une lampe à esprit-de-vin. L'air dirigé par un soufflet dans l'intérieur de cet espace, s'y échauffe; traversant ensuite le réservoir de chloroforme, il emporte à l'état de vapeur une quantité notable du composé anesthésique. Un thermomètre, placé à l'extrémité de l'appareil, indique la température que présentent les vapeurs au moment de leur sortie (1).

Quelques essais ont été exécutés avec cet appareil à l'hôpital Saint-Louis, à l'hôpital Lariboisière et à Lourcine. Les résultats se sont montrés insuffisants, en ce sens que, si l'on a pu constater une atténuation manifeste de la sensibilité, l'effet anesthésique était incomplet et demeurait limité à la surface de la peau ; les parties sous-jacentes avaient conservé leur sensibilité, car le bistouri, en pénétrant dans les parties profondes, laissait ressentir au malade l'impression de la douleur. Ces expériences doivent donc être continuées. Il n'est pas impossible qu'en renfermant la partie malade dans une sorte de sac ou d'en-

(1) Voyez, à la fin du volume (Note X), la figure et la description de cet instrument, dans un article extrait du *Moniteur des hôpitaux*.

veloppe imperméable de caoutchouc, et prolongeant assez longtemps le contact des vapeurs de chloroforme modérément chauffées, on ne parvienne à réaliser complétement l'effet anesthésique. La question de l'anesthésie locale est d'une telle importance pour la chirurgie pratique, les effets que l'on parviendrait ainsi à produire offriraient un si haut degré de valeur, que rien, il nous semble, ne doit être négligé pour atteindre définitivement ce but.

Cependant toutes les tentatives de ce genre dussent-elles échouer, et la méthode anesthésique fût-elle destinée à rester contenue dans les limites où nous la voyons aujourd'hui, elle n'en mériterait pas moins l'admiration, l'enthousiasme qu'elle a excité partout, et la place brillante qu'il convient de lui assigner parmi les créations de la science moderne. Cette appréciation ne semblera pas exagérée, si nous rappelons, pour résumer cette étude, les résultats généraux dont elle a enrichi l'humanité. La douleur désormais proscrite du domaine chirurgical, ses conséquences désastreuses conjurées, et par là les bornes de la durée moyenne de la vie reculées dans une certaine mesure ; — la chirurgie devenue plus hardie et plus puissante ; — avant les grandes opérations, une attente paisible au lieu des appréhensions les plus sinistres ; — pendant la durée des cruelles manœuvres, au lieu des plaintes déchirantes, un paisible sommeil ; au lieu des cris lamentables de la douleur, les ravissements de l'extase, et au réveil le silence ou une exclamation de joie ; — la femme enfantant sans douleur, et malgré la terrible condamnation biblique, insensible aux souffrances de la parturition, donnant la vie à son enfant, suivant la belle expression de M. Simpson, « au milieu de songes élyséens, sur un lit d'asphodèles » — tels sont les inestimables avantages qui font de l'éthérisation l'une des plus précieuses conquêtes dont l'humanité se soit enrichie depuis bien des siècles.

Mais ce n'est pas seulement à titre de bienfait public, ce n'est pas uniquement comme un inappréciable service rendu à l'allégement des maux de l'humanité, que l'éthérisation doit figurer au premier rang des acquisitions contemporaines, plusieurs de nos sciences peuvent y trouver l'origine de notables progrès. Nous avons déjà fait remarquer quelle importance les études de cet ordre pourraient revêtir, transportées sous la forme expérimentale, dans le domaine de la philosophie, et quelles ressources neuves et fécondes elles promettent à la psychologie, pour essayer de pénétrer les mystères et de dénouer les secrets liens de l'âme humaine. La médecine interne et la médecine légale ont déjà fait à ses procédés quelques emprunts heureux qui suffisent à faire pressentir l'importance de ce genre d'applications. Mais de toutes les sciences, celle qui est destinée à recevoir de l'anesthésie la plus sérieuse impulsion, c'est évidemment la physiologie. Par son insaisissable et mystérieuse nature, par les conditions si spéciales de ses manifestations extérieures, le système nerveux n'avait jusqu'ici offert à l'expérience qu'une base incertaine et un terrain du plus difficile accès. Or, le chloroforme et l'éther viennent inopinément mettre dans nos mains les moyens de saisir, de maîtriser cet agent rebelle, pour le forcer de se plier docilement à tous nos artifices, à tous nos procédés d'exploration. Les inhalations anesthésiques ne seront pas seulement pour le physiologiste un instrument, un puissant réactif, on y trouvera une méthode tout entière; il sera permis à leur aide d'étudier, sous un aspect nouveau, les plus délicates, les plus inaccessibles, les plus obscures de nos fonctions : l'innervation, la circulation, les principales fonctions secondaires; on pourra, avec leur secours, analyser et suivre expérimentalement non-seulement tous les degrés, mais aussi tous les modes et jusqu'aux moindres nuances de l'innervation. Que ne doit-on pas espérer d'un agent qui peut provoquer et reproduire à volonté toute l'échelle

des altérations comprises depuis le trouble momentané apporté dans l'exercice de l'un des modes de la sensibilité, jusqu'à l'extinction totale de cette fonction? Et s'il faut dire ici toute notre pensée, nous avons été surpris de la faible extension donnée jusqu'à ce moment aux recherches expérimentales de ce genre, du peu d'intérêt qu'elles ont excité, et partant, du petit nombre de résultats positifs qu'elles ont fourni. Les travaux de cet ordre nous semblent appeler toute l'attention de cette brillante école physiologique qui fait aujourd'hui l'honneur et l'espoir de l'Allemagne. C'est à la patrie des Tiedemann, des Müller, des Valentin et des Wagner, d'entrer la première dans cette voie nouvelle. Il est permis de remarquer, en effet, que l'Allemagne est, de toutes les contrées scientifiques, celle qui a fourni à l'étude de l'éthérisation le plus faible tribut. L'éminent chirurgien Dieffenbach avait annoncé un livre relatif à l'étude de toutes les questions générales qui se rattachent à l'éthérisation, mais la mort l'empêcha d'exécuter son projet, et là se borne le contingent fourni par nos voisins à l'étude de cette grande question. Il importe donc à l'Allemagne de ne pas nous faire désirer plus longtemps sa coopération à l'œuvre commune, et de nous prouver, par des observations et des faits positifs, que la découverte américaine n'a pas été seulement une conquête précieuse au point de vue de l'humanité, mais qu'elle sera aussi comme un flambeau nouveau destiné à porter ses utiles lumières dans le secret des actes les plus obscurs et les plus délicats de la vie.

LES POUDRES DE GUERRE

ET

LA POUDRE-COTON.

LES POUDRES DE GUERRE

ET

LA POUDRE-COTON.

Les contes ridicules qui sont débités chaque jour sur l'origine de la poudre à canon sont un triste et frappant témoignage des préjugés qui remplissent encore l'histoire des sciences, et de l'état imparfait et chétif dans lequel a vécu jusqu'à ce jour cette branche de nos connaissances. Les historiens les plus graves continuent à attribuer à Roger Bacon la découverte de la poudre, et au moine Berthold Schwartz la création de l'artillerie. S'ils veulent cependant témoigner de connaissances plus précises à ce sujet, ils se hâtent d'ajouter que l'artillerie a été mise en usage pour la première fois par les Vénitiens, au siége de Chiozza en 1380, et qu'en France, un seigneur allemand fit présent à Charles VI de six pièces d'artillerie de fer qui furent employées en 1382 à la bataille de Rosbecque contre les Gantois. Quand ils veulent enfin obtenir un brevet d'érudition spéciale sur la matière, nos écrivains abordent les récits du feu grégeois, et c'est alors qu'arrivent toutes ces belles histoires sur ce terrible feu « qui embrasait avec une horrible explosion des bataillons, des édifices entiers » (1) : — « qui

(1) Lebeau, *Histoire du Bas-Empire*, t. XIII, p. 106.

dévorait les soldats et leurs armes » (1); — « que l'eau nourrissait au lieu de l'éteindre » (2); — « que l'on ne pouvait éteindre que par le sable ou le vinaigre » (3); enfin, dont la composition s'est perdue au XIV[e] siècle et n'a jamais été retrouvée.

En vérité, on se demande, à la lecture de tant d'assertions erronées, comment on a pu altérer et obscurcir à ce point une question aussi simple. Rien de plus simple, en effet, que la découverte de la poudre à canon; quelques mots suffisent pour en résumer les faits généraux.

De tout temps, dès l'antiquité la plus haute, le feu a été l'un des moyens d'attaque en usage à la guerre. Les écrivains latins nous ont transmis la description de certains mélanges inflammables qu'on lançait à l'ennemi avec des machines, ou que l'on attachait aux flèches et aux dards. Cette branche de l'art de la guerre fit peu de progrès en Europe, mais il en fut autrement en Asie. Les mélanges incendiaires, déjà employés en Orient avant l'expédition d'Alexandre, reçurent dans ces contrées un développement extraordinaire; ils devinrent l'arme principale des combats. Au VII[e] siècle, les feux de guerre furent transportés chez les Grecs du Bas-Empire et de là chez les Arabes. On connaît tous les avantages que retirèrent les Grecs, dans leurs guerres maritimes, de ces mélanges combustibles, qui prirent alors le nom de *feu grec* ou de *feu grégeois.* On sait également que, durant la période des croisades, les Arabes d'Afrique reçurent un puissant secours de l'emploi de ces mélanges inflammables qui produisaient sur les chrétiens l'impression de la plus profonde terreur. Le feu grégeois ne fut jamais entre les mains des Grecs et des Arabes qu'un moyen

(1) Michaud, *Histoire des croisades*, t. III, p. 223, édit. 1828.

(2) Gibbon, t. X, p. 356, édit. 1828.

(3) Libri, *Rapport du comité historique des sciences* (5 décembre 1838).

de provoquer ou de propager l'incendie, qu'une manière de multiplier les formes sous lesquelles le feu peut être employé comme agent offensif dans les combats. Mais il finit par se répandre en Europe, et dès lors une révolution complète s'opéra dans ses usages. On apprit dans l'Occident à extraire le salpêtre des terres où il se trouve tout formé, on réussit à le purifier; ajouté aux ingrédients primitifs des mélanges incendiaires, le salpêtre accrut énormément leur puissance combustible. Enfin la propriété explosive de certains mélanges à base de salpêtre fut reconnue; on l'appliqua à l'art de lancer au loin des projectiles, et c'est ainsi que vers la moitié du XIVe siècle, l'artillerie prit naissance en Europe.

Telle est, résumée en quelques mots, l'origine de la poudre à canon des temps modernes. A cette question : Quel est l'auteur de la découverte de la poudre ? — question si souvent posée et en des termes si divers, — on ne peut donc répondre que par cette autre question de Voltaire : « Qui le premier inventa le bateau ? » Personne n'a découvert la poudre, ou pour mieux dire tout le monde l'a découverte. C'est à la suite de perfectionnements successifs lentement apportés à la préparation des mélanges incendiaires, que se sont révélées, entre les mains des hommes, la propriété explosive de ces mélanges et leur force de projection. Ce n'est donc qu'après plusieurs siècles d'expériences et d'efforts que l'on a pu créer cet agent terrible, qui, en déplaçant dans les armées le siége de la force, a révolutionné l'art des combats.

En retraçant sommairement l'histoire de l'origine et des premiers emplois de la poudre à canon, nous avons indiqué par cela même le plan de cette Notice. Toutefois il est nécessaire, avant d'aller plus loin, d'établir à quelles sources ont été puisés les faits qui vont nous occuper. En 1845, MM. Reinaud et Favé ont publié sous ce titre : *Du feu grégeois et des feux de guerre*, un ouvrage d'une excellente érudition, rempli de con-

scienciеuses recherches. L'interprétation des textes arabes et l'étude attentive des auteurs grecs et latins qui ont laissé des ouvrages de pyrotechnie, leur ont permis de jeter un grand jour sur la nature des mélanges incendiaires employés en Orient, et sur l'origine de notre poudre à canon. Antérieurement, M. Ludovic Lalanne, dans un mémoire couronné par l'Académie des inscriptions et belles-lettres, avait su, par une heureuse combinaison de textes originaux, éclaircir l'histoire du feu grégeois, et fournir des renseignements pleins d'intérêt sur les effets de cette composition célèbre. Enfin, M. Lacabane, dans une dissertation sur l'*Introduction en France de la poudre à canon*, publiée en 1844 dans la *Bibliothèque de l'École des chartes*, a mis au jour d'utiles documents sur cette dernière question. Ces travaux remarquables ont fait justice d'erreurs que les siècles avaient consacrées. Malheureusement leur forme un peu aride ou certains défauts d'exposition avaient empêché le public et les savants eux-mêmes de bien apprécier toute leur importance, et nous serons heureux si le résumé que nous en donnons offre assez de précision et de clarté pour dissiper les préjugés nombreux qui continuent de régner sur cette curieuse partie de l'histoire des sciences.

CHAPITRE PREMIER.

Emploi des feux de guerre chez les Orientaux. — Leur introduction en Europe au VIIe siècle. — Composition du feu grégeois. — Moyens employés par les Grecs du Bas-Empire pour l'emploi du feu grégeois dans les combats maritimes.

La plupart des grandes inventions qui commencèrent au moyen âge l'affranchissement moral de l'humanité sont originaires de l'Orient. Écloses sous le ciel de l'Asie, elles y demeu-

rèrent des siècles entiers dans un état d'enfance; mais une fois établies sur le sol de l'Europe, secondées dès lors par l'active imagination et le génie des Occidentaux, elles ne tardèrent pas à s'y perfectionner et à recevoir des applications étendues. Toutes ces créations nouvelles, qui devaient transformer les forces actives de la société, et changer ainsi la destinée des peuples, existaient en germe dans l'orient de l'Asie. La nature, si riche et si féconde sous le beau ciel de ces contrées, offrait spontanément à l'observation de l'homme certains faits qui, pour ainsi dire, apportaient avec eux leurs conséquences visibles L'esprit des Orientaux les saisit de bonne heure, mais il fut impuissant à rien ajouter à ces données élémentaires. Arrêtées dès leur naissance, ces premières notions sommeillèrent pendant dix siècles. Il fallait les facultés actives des nations européennes pour en retirer tout le parti que l'on devait en attendre. Telle est l'histoire de l'invention de l'imprimerie, de la découverte de la boussole, de la fabrication du papier; telle est aussi l'histoire de ces mélanges incendiaires qui, en usage chez les Orientaux dès les temps les plus reculés, ne reçurent qu'en Europe les modifications et les perfectionnements divers qui devaient donner naissance à la poudre à canon.

Le naphte, l'huile de naphte et quelques autres combustibles de la même nature, sont, en Asie, des produits naturels fort abondants; il est donc tout simple que les Orientaux aient eu la pensée de les employer comme moyens offensifs. Mélangés avec des substances grasses ou résineuses, du goudron, des huiles, et autres corps combustibles, ils servaient à préparer diverses compositions inflammables que les Chinois, les Indiens et les Mongols ont consacrées depuis des temps reculés aux usages de la guerre. Ces mélanges combustibles avaient la propriété d'adhérer aux objets contre lesquels on les projetait, et constituaient ainsi un moyen dangereux d'attaque. Si l'on considère d'ailleurs que la sécheresse et la chaleur du climat de

l'Asie rendaient ces agents de guerre plus efficaces et plus désastreux, on comprendra que les compositions de ce genre soient bientôt devenues d'un usage général chez les Chinois, les Indiens et les Mongols.

Cependant on a beaucoup exagéré le degré de perfection auquel les feux de guerre seraient parvenus chez les Chinois. Le père Amyot (1), le savant Abel Rémusat (2), ont voulu établir que tous les emplois actuels de la poudre avaient été connus dans le Céleste Empire, et que dès le XI[e] siècle on y faisait usage de canons. MM. Reinaud et Favé ont parfaitement prouvé que toutes les connaissances pyrotechniques des Chinois se réduisaient à l'emploi du pétard et de la fusée, dont ils tiraient parti dans les feux d'artifice, et que leurs moyens de guerre se bornaient aux mélanges combustibles. Le père Amyot nous a laissé une longue description des diverses machines qui servaient, chez les Chinois, à jeter les compositions incendiaires. Les *flèches de feu*, les *nids d'abeille*, le *tonnerre de la terre*, le *feu dévorant*, la *ruche d'abeille*, le *tuyau de feu*, etc., étaient autant d'instruments ou d'engins divers destinés à lancer des flammes contre l'ennemi.

Personne n'ignore, d'un autre côté, que chez les Indiens, les feux d'artifice étaient connus depuis un temps immémorial et faisaient partie des réjouissances publiques. On a trouvé, dans des contrées très reculées des Indes, où les Européens n'avaient jamais pénétré, des espèces de fusées volantes que les naturels employaient à la guerre. L'usage, chez les Indiens, de mélanges de ce genre remonte d'ailleurs aux temps les plus reculés. Un commentaire des *Védas*, ou livres sacrés des Indous, attribue l'invention des armes à feu à un artiste nommé Visva-

(1) *Mémoires concernant les arts et les sciences des Chinois*, t. VIII, p. 331.

(2) *Relations diplomatiques des princes chrétiens avec les rois de Perse* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. VII, p. 416).

carma, le Vulcain des Indiens, qui fabriqua, selon les livres sacrés, les traits employés dans la guerre des bons et des mauvais génies. Enfin, le code des Gentoux défend l'usage des armes à feu; or, les lois rassemblées dans cette compilation datent de la plus haute antiquité, et se perdent même dans la nuit des temps.

Ainsi, ces mélanges combustibles, qui plus tard, en se modifiant, devaient donner naissance à notre poudre à canon, sont originaires de l'Asie, bien qu'il soit impossible de citer avec exactitude la date première de leur emploi. Nous allons maintenant les voir pénétrer en Europe.

Ce n'est qu'au VIIe siècle que les mélanges incendiaires, depuis si longtemps en usage chez les Orientaux, furent introduits en Europe. Callinique, architecte syrien, avait appris à connaître ces substances en Asie. C'est à lui que les Grecs du Bas-Empire durent la connaissance de ces composés, qui furent désignés depuis ce moment sous le nom de *feu grégeois*, et qui devaient exercer une influence si puissante sur les destinées de l'empire d'Orient.

Callinique se trouvait en Syrie lorsque, en 674, pendant la cinquième année du règne de Constantin Pogonat, les Arabes, sous la conduite du calife Mouraïra, vinrent mettre le siége devant Constantinople. Callinique, passant secrètement dans le parti des Grecs, se rendit dans la capitale de l'empire, et vint faire connaître à Constantin les propriétés et le mode d'emploi des compositions incendiaires dont il se dit l'inventeur. Grâce à ce secours inattendu, l'empereur put repousser l'invasion des Sarrasins, qui, pendant cinq années consécutives, revinrent avec des forces nouvelles et des flottes considérables, mais furent chaque fois contraints de lever le siége.

Depuis le IXe siècle jusqu'à la prise de Constantinople par les croisés en 1204, les Byzantins durent au feu grégeois de nombreuses victoires navales qui retardèrent la chute de l'empire

d'Orient. Aussi les empereurs apportaient-ils la plus sévère attention à réserver pour leurs seuls États la possession de cet agent précieux. Ils ne confiaient sa préparation qu'à un seul ingénieur qui ne devait jamais sortir de Constantinople, et, selon M. Lalanne, cette fabrication était exclusivement réservée à la famille et aux descendants de Callinique.

La préparation du feu grégeois fut mise au rang des secrets d'État par Constantin Porphyrogénète, qui déclara infâme et indigne du nom de chrétien celui qui violerait cet ordre.

« Tu dois par-dessus toutes choses, dit l'empereur à son fils, dans son traité de l'*Administration de l'Empire*, porter tes soins et ton attention sur le feu liquide qui se lance au moyen des tubes; et si l'on ose te le demander, comme on l'a fait souvent à nous-même, tu dois repousser et rejeter cette prière, en répondant que ce feu a été montré et révélé par un ange au grand et saint premier empereur chrétien Constantin (1). Par ce message et par l'ange lui-même, il lui fut enjoint, selon le témoignage authentique de nos pères et de nos ancêtres, de ne préparer ce feu que pour les seuls chrétiens, dans la seule ville impériale, et jamais ailleurs; de ne le transmettre et de ne l'enseigner jamais à aucune autre nation, quelle qu'elle fût.

» Alors le grand empereur, pour se précautionner contre ses successeurs, fit graver sur la sainte table de l'Église de Dieu des imprécations contre celui qui oserait le communiquer à un peuple étranger. Il prescrivit que le traître fût regardé comme indigne du nom de chrétien, de toute charge et de tout honneur; que s'il avait quelque dignité, il en fût dépouillé. Il déclara anathème dans les siècles des siècles, il déclara infâme, n'importe quel qu'il fût, empereur, patriarche, prince ou sujet, celui qui aurait essayé de violer une telle loi. Il ordonna en outre à tous les hommes ayant la crainte et l'amour de Dieu, de traiter le préva-

(1) Cependant l'empereur se contredit plus loin lorsque, dans un autre passage de son livre, il rapporte à Callinique l'invention du feu grégeois. Il justifie ainsi le jugement de Lebeau, qui appelle ce prince « un grand conteur de fables. »

ricateur comme un ennemi public, de le condamner et de le livrer à un supplice vengeur.

» Pourtant une fois il arriva (le crime se glissant toujours partout) que l'un de nos grands, gagné par d'immenses présents, communiqua ce feu à un étranger ; mais Dieu ne put supporter de voir un pareil forfait impuni, et un jour que le coupable était près d'entrer dans la sainte église du Seigneur, une flamme descendue du ciel l'enveloppa et le dévora. Tous les esprits furent saisis de terreur, et nul n'osa désormais, quel que fût son rang, projeter un pareil crime, et encore moins le mettre à exécution. »

On observa ces injonctions sévères et le secret de la préparation du feu grégeois resta fidèlement gardé. Quand les princes d'Occident obtinrent de Constantinople le secours du feu grégeois, au lieu de leur communiquer les recettes de sa préparation, on leur envoyait les navires tout appareillés du produit.

Quelle était la composition du feu grégeois? Sous quelle forme, par quels artifices particuliers était-il employé à la guerre? Le feu grégeois était simplement formé de la réunion de plusieurs substances grasses ou résineuses d'une combustibilité excessive. Le naphte, le goudron, le soufre, la résine, l'huile, les graisses, les sucs desséchés de certaines plantes, et les métaux réduits en poudre, formaient ses ingrédients ordinaires. Selon des recherches particulières, publiées en 1849, par MM. Reinaud et Favé, dans le *Journal asiatique*, le salpêtre n'entrait point dans la composition du feu grégeois préparé chez les Grecs du Bas-Empire. Ce n'est que plus tard que les Arabes apprirent à retirer ce sel des terres où il se forme naturellement, et qu'ils eurent l'idée de l'ajouter aux matières primitives.

Voici quelques recettes pour la composition du feu grégeois citées par MM. Reinaud et Favé d'après un manuscrit arabe de la bibliothèque de Leyde, qui remonte à l'année 1225 et qui a pour titre : *Traité des ruses des guerres, de la prise des villes et de la défense des défilés, d'après les instructions d'Alexandre, fils de Philippe.*

« *Feu qui brûle sur l'eau.* — Tu prendras de la résine ainsi que de la paille et de la poix noire, et tu les feras cuire ensemble ; quand le mélange sera fondu, tu y verseras du naphte blanc ; ensuite tu le répandras dans de l'eau quelle qu'elle soit. Si tu veux que la flamme soit bien pure, il faut ajouter du soufre et de la colophane. »

« *Drapeaux qui servent aux amusements.* — Tu peux faire usage d'une lance dans la forme que je t'ai décrite, et de la grandeur que tu voudras. Tu prendras de l'étoupe, à proportion de la grosseur de l'instrument, et tu en envelopperas la base des fers de lance en recouvrant toute la surface. Tu te procureras des morceaux de peau crue, n'importe l'espèce de peau, pourvu que ce ne soit pas une peau de menu bétail ; tu découperas cette peau en vue des drapeaux que tu veux faire, et tu la couvriras d'un enduit ; suivant un auteur, l'enduit est inutile ; ensuite tu y attacheras de l'étoupe. Les morceaux de peau auront des boutonnières, à l'aide desquelles on les fixera au bâton de la canne, sur une étendue de quatre coudées ; ensuite tu arroseras le tout de naphte et tu verseras dessus du soufre, puis tu y mettras le feu, et tu déploieras cet appareil en présence des troupes. Tu feras diverses choses du même genre, selon les indications que j'ai données, s'il plaît à Dieu. »

« *Manière de frapper l'ennemi avec des seringues.* — Prends la partie creuse d'un roseau, que tu couperas empan par empan, et disposes-y une garde que tu puisses empoigner.

» Quant au drapeau, à la lance et aux matières dont on les recouvre dans les amusements, tu prendras une longue baguette armée d'une pointe, et cette pointe sera accompagnée de crochets et de quatre..... Ensuite tu prendras de l'étoupe, et tu la disposeras sur la surface ; tu arroseras cette surface de naphte, et tu répandras dessus du soufre, puis tu y mettras le feu, et tu pousseras la lance en avant. Si tu frappes l'adversaire, tu le blesseras ou tu le brûleras ; si la pointe n'entre pas, tu atteindras du moins l'adversaire, tu le saisiras avec les crochets, tu l'attireras à toi, et tu le feras prisonnier, s'il plaît à Dieu. »

« *Autre recette de préparation du feu grégois.* — Tu prendras du naphte, la quantité que tu voudras, tu le distilleras, de ma-

nière qu'il n'y reste ni dépôt, ni bois, ni impureté, ni rien, en un mot, qui soit dans le cas de boucher le tube et son ouverture; prends ensuite une marmite de première qualité, et creuse dans la terre un fourneau au-dessus duquel tu placeras la marmite; tu enduiras la marmite d'argile, de manière qu'aucune étincelle ne puisse en atteindre le sommet et y mettre le feu; dispose, sur le foyer, un bouclier qui intercepte la flamme. Tu verseras dans la marmite la quantité que tu voudras de naphte distillé; tu couvriras la tête de la marmite avec une étoffe grossière. Prends ensuite du galbanum, qui n'est autre chose que de la poix liquide; pour chaque cent cinquante-cinq rotls (livres) de naphte, tu emploieras huit livres et demie de galbanum, avec quinze livres d'huile de graines; à défaut d'huile de graines, sers-toi de poix. Fais apporter un grand pot de fer dans lequel tu verseras peu à peu du galbanum et des graines, mets en dissolution le galbanum à l'aide des graines, de sorte qu'il ne reste plus que la partie grossière du galbanum; s'il te reste un peu d'huile de graines, jette-la sur le galbanum en état de dissolution; tu verseras le tout sur le naphte dans la marmite; tu couvriras la marmite avec une étoffe grossière, tu allumeras un feu doux en faisant brûler des roseaux un à un, et d'après la quantité déterminée. Ne fais pas beaucoup bouillir le mélange, car tu le consumerais et le gâterais; quand tu verras que la matière s'est amollie, éteins le feu et laisse refroidir; décante ensuite la matière dans des vases, ou, si tu aimes mieux, dans des flacons, et fais-en usage dans le besoin. Quand tu voudras te servir de cette composition, tu prendras du soufre en poudre, que tu placeras sur la tête du vase, au-dessus du naphte; tu le remueras, et tu atteindras ainsi ton ennemi, s'il plaît à Dieu (1). »

Il serait inutile de citer d'autres formules. Les recettes pour la préparation des compositions incendiaires chez les Grecs se résument toujours, comme on le voit, dans un mélange de soufre et de diverses substances de nature grasse ou résineuse, dont les proportions varient de mille manières.

Quel était le mode d'emploi de ces compositions combustibles

(1) *Journal asiatique*, 1849, n° 16.

pour les usages de la guerre? Le feu grégeois fut surtout employé chez les Grecs du Bas-Empire dans la guerre de siéges et les combats maritimes. Dans les siéges, on lançait le feu grégeois avec des balistes, des mangouneaux ou des arbalètes, contre les travaux de défense, les tours de bois, etc., que l'on voulait incendier. Dans les batailles navales, on disposait des brûlots remplis de cette matière enflammée, qui, poussés par un vent favorable, allaient consumer les vaisseaux ennemis. On disposait aussi sur la proue des navires de grands tubes de cuivre ou d'airain, à l'aide desquels on lançait le feu grégeois dans l'intérieur des vaisseaux; en outre, les soldats embarqués à bord des navires étaient armés de *tubes à main* qui servaient au même usage. Quelquefois on renfermait le mélange dans des fioles de verre ou dans des pots de terre vernissée, que l'on jetait contre l'ennemi après en avoir allumé la mèche. C'est ce que montrent clairement les textes originaux sur lesquels M. Lalanne a appelé l'attention dans son mémoire sur le feu grégeois. Voici quelques passages de ces textes curieux.

L'empereur Léon le philosophe, qui écrivit vers l'an 900 son livre des *Institutions militaires*, donne en ces termes des détails précis sur l'emploi du feu grégeois dans les combats maritimes :

« Nous tenons, tant des anciens que des modernes, divers expédients pour détruire les vaisseaux ennemis ou nuire aux équipages. Tels sont ces feux préparés dans des tubes, d'où ils partent avec un bruit de tonnerre et une fumée enflammée qui va brûler les vaisseaux sur lesquels on les envoie.....

» ..... Vous mettrez sur le devant de la proue un tube couvert d'airain pour lancer des feux sur les ennemis; au-dessus vous ferez une petite plate-forme de charpente entourée d'un parapet et de madriers. On y placera des soldats pour combattre de là et lancer des traits.

» On élève dans les grandes dromones (1) des châteaux de bois

(1) Navires de course.

sur le milieu du pont. Les soldats qu'on y met jettent dans les vaisseaux ennemis de grosses pierres, ou des masses de fer pointues, par la chute desquels ils brisent le navire ou écrasent ceux qui se trouvent dessous, ou bien ils jettent des feux pour les brûler.

» ..... Il faut préparer surtout des vases pleins de matières enflammées, qui, en se brisant par leur chute, doivent mettre le feu au vaisseau. On se servira aussi de petits *tubes à main*, que les soldats portent derrière les boucliers et que nous faisons fabriquer nous-mêmes : ils renferment un feu préparé qu'on lance au visage des ennemis..... On jette aussi avec un mangonneau de la poix liquide et brûlante, ou quelque autre matière préparée.

» ..... Il y a plusieurs autres moyens qui ont été donnés par les anciens, sans compter ceux qu'on peut imaginer et qu'il serait trop long de rapporter ici. Il y en a même tel qu'il est à propos de ne pas divulguer, de peur que les ennemis, venant à les connaître, ne prennent des précautions pour s'en garantir, ou s'en servent eux-mêmes contre nous (1). »

Marcus, auteur grec dont la personnalité est fort incertaine, mais qui, selon MM. Reinaud et Favé, a écrit dans la première moitié du XIIIe siècle, fait connaître, dans son *Livre des feux pour brûler les ennemis* (*Liber ignium ad comburendos hostes*), les moyens employés par les Grecs du Bas-Empire pour incendier les vaisseaux.

« Prenez, dit Marcus, de la sandaraque pure une livre, du sel ammoniac dissous, même quantité ; faites de tout cela une pâte que vous chaufferez dans un vase de terre verni et luté soigneusement. Vous continuerez à chauffer jusqu'à ce que la matière ait acquis la consistance du beurre, ce qu'il est facile de voir en introduisant par l'ouverture du vase une baguette de bois à laquelle la matière s'attache. Après cela vous y ajouterez quatre livres de poix liquide. On évite, à cause du danger, de faire cette préparation dans l'intérieur d'une maison.

» Si l'on veut opérer sur mer, on prendra une outre, une peau de chèvre, dans laquelle on mettra deux livres de la composition

(1) *Institutions militaires de l'empereur Léon le philosophe*. Traduction de Joly de Mauzeroy, 1778, t. II, p. 137.

que nous venons de décrire, dans le cas où l'ennemi est à proximité; on en mettra davantage si l'ennemi est à une plus grande distance. On attache ensuite cette outre à une broche de fer, dont toute la partie inférieure est elle-même enduite d'une matière huileuse; enfin on place sous cette outre une planche de bois proportionnée à l'épaisseur de la broche, et l'on y met le feu sur le rivage. L'huile s'allume, découle sur la planche, et l'appareil, marchant sur les eaux, met en combustion tout ce qu'il rencontre (1). »

Ainsi ces brûlots n'avaient pas de mouvement propre, ils devaient être dirigés par des nageurs ou poussés par le vent; la broche qui portait les ingrédients inflammables servait ensuite à fixer, par sa pointe, le feu contre les flancs du vaisseau. Comme le remarquent MM. Reinaud et Favé, cette disposition était fort habilement calculée pour le but qu'elle devait atteindre. Une substance enflammée, suspendue au-dessus de la surface de l'eau, protégée par son élévation contre l'atteinte des vagues, et qu'un vent léger suffisait à pousser vers les navires, était sans contredit un moyen d'incendie des plus redoutables, surtout quand on en faisait usage pour la première fois et avant que l'ennemi eût appris à se prémunir contre les attaques de ce genre. « Aujourd'hui, disent MM. Reinaud et Favé, on possède des moyens d'incendie qui agissent à de grandes distances, et l'on n'en connaît peut-être pas d'aussi efficaces à des distances rapprochées. »

On voit, par ce qui précède, que chez les Grecs du Bas-Empire, le feu grégeois fut employé surtout dans les combats sur mer et dans les siéges; dans les combats sur terre, il ne reçut que de rares applications. Mais son usage, dans la guerre maritime, devait avoir reçu des développements bien étendus, puisque, suivant une chronique anonyme citée par M. Lalanne, le nombre des navires armés de feu grégeois s'éleva jusqu'à deux

(1) Traduction de M. Hoëfer (*Histoire de la chimie*, t. I, p. 285).

mille, dans une expédition entreprise, sous Romain le jeune, contre les Sarrasins de l'île de Crète. Pour bien comprendre d'ailleurs ses effets, il ne faut pas perdre de vue qu'à cette époque les navires ne pouvaient s'attaquer que de près, et que les combattants en venaient tout de suite à l'abordage.

Cependant le feu grégeois fut employé en quelques occasions dans les combats sur terre ou pour l'attaque des forteresses. Le manuscrit arabe de la bibliothèque de Leyde, cité par MM. Reinaud et Favé, et que nous avons eu déjà l'occasion d'invoquer, fournit les détails suivants sur la manière de faire usage, dans ce cas, des mélanges incendiaires :

« *Chapitre des stratagèmes, et manière d'assurer les effets du feu.* — Prends, avec la faveur de Dieu et son secours, une certaine quantité de soufre jaune pulvérisé, mets-le dans des jarres vertes en y joignant le même poids de naphte bleu ; tu boucheras la tête des jarres avec du vieux linge, et tu les enterreras dans du crottin frais ; change le crottin dès qu'il sera refroidi, et cela pendant quarante jours, jusqu'à la fin de l'opération. Prends de la marcassite jaune pilée, mets-la aussi dans des jarres vertes, et joins-y la même quantité d'urine d'enfant; tu boucheras la tête des jarres avec du vieux linge, tu les enterreras dans du crottin frais, et tu changeras le fumier, quand il se sera refroidi, pendant quarante jours. Prends la marcassite en te couvrant la bouche, comme je t'ai dit de le faire au chapitre de la trempe du fer; tu retireras ensuite le naphte qui est combiné avec le soufre, et qui forme une substance noire tirant sur le verre ; pour la marcassite, elle est devenue noire et en partie consumée. Tu décanteras l'urine et le naphte à part l'un de l'autre et en les passant à un tamis de crin ; tu les mêleras ensuite par portions égales, et tu y joindras le même poids d'un vinaigre fait avec un vin acide et vieux. Mets à part cette composition pour le moment où tu en auras besoin, s'il plaît à Dieu.

» Lorsque tu voudras renverser un château, un mur où toute autre construction, soit de pierre, soit d'une tout autre matière, ordonne aux artificiers de tirer des vases une portion de ce naphte ainsi traité par le soufre, la marcassite, l'urine et le vinaigre de vin; ils lanceront ce mélange sur l'objet que tu veux détruire.

Aie soin de choisir le moment où le vent est tourné contre l'ennemi; par là les artificiers ne se trouveront pas en face du vent, exposés à se faire nourrir eux-mêmes. Après cela, tu feras avancer d'autres hommes avec du feu et du naphte. En effet, le feu du naphte, lorsqu'il a ressenti les exhalaisons de ce liquide, s'enflamme, s'étend, grandit, et produit un grand bruit avec un sifflement terrible. Le spectacle qui s'offrira à tes yeux sera horrible : tu verras le château, s'il est bâti de quartiers de pierre, s'ébranler et se fendre; les blocs se précipiteront les uns à la suite des autres avec le bruit du tonnerre et un sifflement épouvantable. Si le château est bâti de pierres et de mortier, tu le verras, au bout d'une heure, démoli et consumé; s'il reste quelque débris qui ne soit pas brûlé, fais approcher les artificiers avec le liquide préparé et du naphte; le naphte prendra feu, et ce qui est dans l'intérieur sera consumé. Il s'élèvera une fumée noire et épaisse, et l'ennemi périra à la fois par la puanteur et par l'incendie; il ne se sauvera que ceux qui auront pris la fuite avant de sentir la mauvaise odeur, et avant que le feu les ait atteints. Personne, pendant trois jours, ne pourra pénétrer sur le théâtre de l'incendie, à cause de sa fumée, de son obscurité et de sa puanteur. Si tu veux mettre en fuite les défenseurs de ce château, ramasse beaucoup de bois à la porte, et attends qu'il souffle un vent violent contre l'édifice; tu ordonneras aux ouvriers en naphte de lancer du liquide préparé sur le bois, ensuite ils attaqueront le bois avec du feu de naphte. Quand les défenseurs du château sentiront l'odeur de cette eau, ils périront, et il ne se sauvera que ceux qui auront pris la fuite. On ne pourra pas se maintenir un seul instant dans le château à cause de la fumée, de l'obscurité, de l'odeur infecte et de la chaleur. Si la porte du château est de fer et que tu veuilles en forcer l'entrée, fais-y lancer de cette eau, puis tu l'attaqueras avec du feu de naphte; la porte sera brisée, mise en pièces; elle tombera par terre à l'heure même, s'il plaît à Dieu. »

CHAPITRE II.

Le feu grégeois introduit chez les Arabes au XIIIe siècle. — Son emploi durant les croisades. — Ses véritables effets.

Après la prise de Constantinople par les croisés, en 1204, la connaissance du feu grégeois se répandit chez les Arabes. Faut-il penser, avec M. Lalanne, que les infidèles en durent la communication à quelque Grec fugitif, ou peut-être même à l'empereur détrôné Alexis III, qui, retiré en 1210 à la cour du sultan d'Iconium, en obtint une armée contre les princes grecs de Nicée, et aurait pu de cette manière chercher à payer au sultan son hospitalité ? Il est, selon nous, plus probable que les Arabes empruntèrent aux Chinois l'art des compositions incendiaires. En effet, au VIIe siècle, certains rapports avaient commencé de s'établir entre les Arabes et les Chinois, et ce dernier peuple avait envoyé, au premier siècle de l'hégire, une ambassade à la Mecque. Au VIIIe et au IXe siècle de notre ère, les Arabes et les Persans entretenaient avec les Chinois des relations suivies ; ces rapports furent repris au milieu du XIIIe siècle, après la conquête de la Chine par les Mongols. Ce fut donc sans doute par cette dernière voie que les Sarrasins, qui avaient tant souffert des mélanges incendiaires, apprirent à leur tour à les manier à leur profit. Quoi qu'il en soit, dès les premières années du XIIIe siècle, nous voyons les Arabes en possession du feu grégeois.

Les mélanges incendiaires subirent à cette époque un perfectionnement des plus importants dans leur composition. C'est de ce moment, en effet, que date l'introduction du salpêtre dans les substances destinées à provoquer et à propager l'incendie.

Le salpêtre est dans plusieurs contrées de l'Asie, mais principalement en Chine, un produit naturel. Il y prend naissance spontanément, aux dépens des éléments de l'air. Formé à la surface du sol, sur les lieux élevés, il est dissous par les eaux pluviales qui l'entraînent le long des pentes, dans le fond des vallées ; là il pénètre dans l'intérieur du sol ; plus tard, par l'effet de la capillarité, cette dissolution, remontant peu à peu à la surface, y produit des efflorescences salines. Il suffit de recueillir ces terres pour en retirer le salpêtre par un simple lessivage à l'eau. Cette opération, pratiquée de temps immémorial en Chine, fournit le salpêtre dans un certain état de pureté. Ainsi, dès les temps les plus reculés, les Chinois eurent connaissance de ce sel; ils observèrent, par conséquent, la propriété dont il jouit de fuser sur les charbons incandescents, c'est-à-dire de les faire brûler avec un très vif éclat et d'activer la combustion avec une grande énergie. Il est donc tout simple que les Chinois aient eu de bonne heure l'idée d'ajouter le salpêtre à leurs mélanges combustibles.

Cependant il est impossible, selon MM. Reinaud et Favé, de fixer avec exactitude à quelle époque les Arabes empruntèrent aux Chinois la connaissance et l'emploi du salpêtre, et à quelle époque les Chinois eux-mêmes avaient appris à s'en servir. Il est seulement établi qu'avant l'année 1225, date du manuscrit arabe de la bibliothèque de Leyde que nous avons cité plus haut, les compositions salpêtrées n'étaient pas encore en usage. Mais tous les manuscrits arabes postérieurs à cette date renferment la description d'un grand nombre de recettes dans lesquelles le salpêtre entre comme agent essentiel. D'après les formules contenues dans ces traités, le feu grégeois employé chez les Sarrasins était formé de la réunion de diverses substances grasses ou résineuses, auxquelles venaient s'ajouter le salpêtre et le soufre. D'autres recettes prescrivent un mélange de soufre, de charbon et de salpêtre dans toutes les proportions

imaginables. On trouve même indiqué parmi ces dernières le mélange de 12 ½ de charbon, 12 ½ de soufre et 75 de salpêtre qui forme notre poudre à canon.

Marcus donne les formules suivantes pour préparer les feux qu'il appelle *feux volants* (1) :

« Huile de pétrole, une livre; moelle de *couna ferula*, six livres; soufre, une livre; graisse de bélier, une livre; huile de térébenthine, quantité indéterminée.

» Les feux volants, dit encore Marcus, peuvent être faits de deux manières :

» 1° On prend une partie de colophane, autant de soufre, et deux parties de salpêtre; on dissout ce mélange pulvérisé dans de l'huile de lin ou de lamium; on place ensuite cette composition dans un roseau ou dans un bâton creux, et l'on y met le feu. Aussitôt il s'envole vers le but et incendie tout.

» 2° On prend une livre de soufre pur, deux livres de charbon de vigne ou de saule, six livres de salpêtre; on broie ces substances avec beaucoup de soin dans un mortier de marbre. On met ensuite la quantité que l'on voudra de cette poudre dans un fourneau destiné à voler dans l'air ou à éclater. »

Les Grecs du Bas-Empire avaient surtout appliqué le feu grégeois à la guerre maritime; les Sarrasins n'en firent guère usage que dans les combats sur terre. Mais ils perfectionnèrent beaucoup ce genre d'application, et ce n'est pas sans étonnement qu'on lit dans l'ouvrage de MM. Reinaud et Favé la longue énumération des instruments, des machines, des engins de toutes sortes qui constituaient l'arsenal du feu grégeois. Chez les Arabes, les mélanges incendiaires étaient devenus l'un des

(1) Les *feux volants* dont parle Marcus étaient des espèces de fusées très analogues aux nôtres. On n'en faisait point usage comme arme de guerre; on s'en servait seulement dans les feux d'artifice. On verra plus loin cependant que c'est par l'observation de leurs effets que l'on a été conduit plus tard à imaginer les premières armes à feu destinées à lancer des projectiles.

principaux moyens d'attaque; on avait étendu leur emploi à toutes les armes, à tous les instruments de guerre. Les Sarrasins attachaient le feu grégeois à leurs lances, à leurs boucliers; ils le lançaient avec des flèches et avec des machines. Le nombre de ces machines était d'ailleurs très considérable et leur mécanisme très varié. On employait les *arbalètes à tour*, qui lançaient à l'ennemi le mélange enflammé; les *machines à fronde*, destinées à jeter divers projectiles remplis de feu grégeois, tels que des pots de terre, des marmites de fer et même des tonneaux. Il y avait encore les *lances à feu* et les *flèches à feu*, dont les formes et les dispositions variaient beaucoup; les *massues à asperger*, espèces de torches armées à leur pointe de feu grégeois brûlant, dont on couvrait son ennemi en brisant sur lui la massue; on employait encore des *tubes à main*, qui lançaient en avant un jet de matières enflammées à la manière des fusées. En un mot, selon MM. Reinaud et Favé, « chez les Arabes, le feu considéré comme moyen de blesser directement son ennemi, était devenu l'agent principal d'attaque, et l'on s'en servait peut-être de cent manières différentes (1). »

Un autre moyen qu'ont employé les Arabes pour jeter le désordre et la terreur dans les armées, consistait à lancer contre les bataillons ennemis des cavaliers montés sur des chevaux enveloppés de flammes. Nous rapporterons ici un passage de l'ouvrage de MM. Rainaud et Favé qui explique les moyens employés chez les Orientaux pour ce genre d'attaque.

« L'invasion des Tartares donna lieu, disent MM. Reinaud et Favé, chez les musulmans de l'Égypte et de la Syrie, à l'emploi d'un autre moyen qui joua un rôle important, et dont les traités arabes d'art militaire parlent assez au long. On sait que, dès la plus haute antiquité, les Indiens firent usage de substances ou de compositions incendiaires pour faire peur aux éléphants, qui

(1) *Du feu grégeois et des feux de guerre*, p. 51.

composaient jadis dans l'Inde une partie principale des armées. Ces animaux effrayés répandaient le désordre autour d'eux, et quelquefois il n'en fallait pas davantage pour décider du sort d'une grande bataille. Ce moyen était si bien connu, que lorsque après les conquêtes d'Alexandre les éléphants figurèrent dans les armées occidentales, on l'employa chez les Romains. Les musulmans d'Égypte et de Syrie, vivement pressés par les armées de Houlagou, eurent recours à des moyens analogues pour effrayer les chevaux de l'armée ennemie, et même pour brûler les cavaliers. Des artificiers armés de massues à asperger étaient chargés de répandre la terreur et le trouble par le bruit qu'occasionnait la combustion, et par la menace de répandre une matière brûlante sur le cheval et le cavalier; quelquefois les guerriers portaient sous l'aisselle des flacons de verre remplis de matières incendiaires qu'on lançait sur l'ennemi. Le bout du verre était enduit de soufre. Au moment voulu, on mettait le feu au soufre; le flacon, en tombant, se brisait, et le cheval avec son cavalier étaient enveloppés de flammes. En même temps on imagina des vêtements imperméables pour garantir les chevaux consacrés à ce service.

» On lit le passage suivant dans le manuscrit arabe de Saint-Pétersbourg :

» *Manière d'effrayer la cavalerie ennemie et de la faire fuir.* — » Ce procédé est de l'invention d'Alexandre. Tu revêtiras un bornous de poil, et tu y disposeras des clochettes avec du naphte. » Voici comment. Tu prendras un cordon auquel tu attacheras » des boutons faits d'étoupe; ce bornous sera imbibé d'huile » grasse depuis la tête jusqu'en bas. Au-dessus de la tête, tu » placeras un bonnet de fer garni d'un khesmanat de feutre rouge, » que tu arroseras de naphte. Tu prendras à la main une massue » à asperger, remplie de colophane en poudre, de sésame, de » carthame, de touz et de diverses espèces de graines à huile. Au » feutre rouge arrosé de naphte et placé sur ta tête, on ajoutera » des fusées..... Le cheval sera revêtu d'une manière analogue : » une couverture de poil lui enveloppera la croupe, le poitrail, le » cou et le reste du corps jusqu'au jarret. Il sera aussi chargé de » fusées..... Tu prendras une lance garnie des deux côtés de » feutre rouge et de plusieurs fusées. L'étrier sera garni de quel» que chose propre à produire un cliquetis, ou de grosses son» nettes. Le cavalier, en s'avançant, mettra le tout en mouvement. » Tu marcheras, accompagné de deux hommes à pied, vêtus de

» noir, et portant des masses à asperger, telles qu'elles ont été
» décrites. Partout où tu te présenteras, l'ennemi prendra la fuite.
» Dix cavaliers ainsi équipés feraient fuir une troupe nombreuse. »

MM. Reinaud et Favé donnent, d'après le même manuscrit, d'autres détails sur ce procédé de guerre.

« *Manière de couvrir le cheval et le cavalier.* — On prend du
» feutre et l'on y applique une préparation protectrice ; puis ce
» feutre sert de doublure (ou de revêtement extérieur) à la che-
» mise (ou cotte) et aux couvertures (ou caparaçons). Cette pré-
» paration se compose de vinaigre de vin, d'argile rouge, de talk
» dissous, de colle de poisson et de sandaraque. On a soin de bien
» mouiller la chemise, qui est de gros drap, avant d'y fixer les
» sonnettes ; on mouille aussi la doublure qui est appliquée sur le
» drap : cette doublure n'est pas autre chose que le feutre qui a
» reçu la préparation protectrice. Ce procédé est très propre à
» effrayer l'ennemi, surtout lorsqu'il est employé pendant la nuit,
» car il donne une apparence formidable au groupe qui est ainsi
» revêtu ; en effet, l'ennemi ne se doute pas de ce qui est caché
» sous ce déguisement qui offre, pour ainsi dire, un objet d'une
» seule pièce. C'est une ressource précieuse pour quiconque veut
» recourir à ce stratagème. Mais, d'abord, il est indispensable de
» familiariser son cheval avec un équipement si étrange ; autre-
» ment, le cheval s'effaroucherait et renverserait son cavalier.
» Voici le moyen qu'on emploie : on bouche les oreilles du cheval
» avec du coton, on tient prêtes les fusées..., avec les sonnettes,
» les massues et les lances ; on fait détoner un petit madfaa sur le
» cheval ; on fait fuser les fusées... ; ensuite on débouche les
» oreilles du cheval, l'une après l'autre. Cet essai se fait dans un
» lieu isolé, pour qu'on ne soit vu de personne. Même quand l'essai
» est terminé, on ne revêtira les chevaux du caparaçon que dans
» un lieu à part, et loin de tout regard. Étant ainsi habitués, si
» l'on veut s'avancer au combat, les chevaux savent où on les
» mène, et s'animent à l'attaque. S'ils sont poussés contre un corps
» d'armée, quel qu'il soit, ils le rompent. Mais il faut que, devant
» chaque cavalier, un homme marche à pied, muni d'une massue
» à asperger. Ce fut le moyen le plus efficace qu'on employa pour
» repousser Houlagou. Les rois doivent entretenir dans leurs arse-
» naux ce qui est nécessaire pour en assurer l'effet, surtout contre

» les ennemis de la religion ; si quelques-uns ont négligé ce » moyen, c'est qu'ils n'en ont pas connu la puissance. Quand le » cavalier s'avance vers l'ennemi, les troupes doivent marcher » derrière lui : c'est une raison pour qu'il évite de revenir sur » ses pas ; autrement le désordre se mettrait dans les rangs, et il » s'ensuivrait une défaite. Qu'il marche sans crainte ; personne » n'osera s'opposer à lui, ni avec l'épée, ni avec la lance. »

» Il est dit, à la fin du passage, ajoutent MM. Reinaud et Favé, que lorsque l'artificier s'avance vers l'ennemi, toute l'armée doit se mettre en mouvement après lui. C'était pour profiter du désordre qui ne tardait pas à se mettre dans les troupes ennemies. Une autre chose que l'auteur arabe ne dit pas, et à laquelle il fallait veiller, c'est que les matières incendiaires qui devaient jeter la terreur chez l'ennemi devaient être assez bien ménagées pour qu'on eût le temps de produire l'effet voulu avant qu'elles fussent consumées. Pour cela, on mesurait la distance que l'artificier avait à franchir ; et si l'on avait des raisons de croire que l'ennemi épargnerait une partie du chemin, on tenait compte de la différence. En pareil cas, la tactique de l'ennemi consistait à déjouer les calculs. En conséquence, il fallait que le général qui machinait cette espèce de surprise mît le plus grand mystère dans l'opération. C'est ce que fait entendre l'écrivain arabe, quand il dit que, même après que les chevaux étaient suffisamment dressés, on ne devait les revêtir du caparaçon chargé d'artifices que dans un lieu dérobé à tous les regards.

» Voici un exemple sensible de ce qui se pratiquait à cet égard. On était alors dans l'année 699 de l'hégire (1300 de J.-C.). L'armée du sultan d'Égypte en vint aux mains, aux environs d'Émèse en Syrie, avec l'armée de Gazan, khan des Mongols de Perse. Suivant l'historien arabe Makrizi, au moment où l'action allait commencer, Gazan ordonna à ses troupes de rester immobiles, et de ne bouger que lorsqu'il en donnerait le signal. Tout à coup cinq cents mamelouks égyptiens, choisis parmi les artificiers, sortent des rangs de l'armée, leur naphte allumé, et s'élancent de toute la vitesse de leurs chevaux ; mais, au bout d'un certain temps, comme les Mongols étaient restés à leur place, le naphte s'éteint, et les artificiers voient leurs espérances déçues. C'est alors que Gazan commande la charge (1). »

(1) *Du feu grégeois* (*Journal asiatique*, 1849, n° 16).

Ce ne fut point cependant contre leurs voisins que les Arabes firent surtout usage du feu grégeois. L'art des feux de guerre avait depuis trop longtemps pris racine dans l'Asie pour que les Orientaux n'eussent point appris de bonne heure à se préserver de leur atteinte. Le feu grégeois fut principalement dirigé contre les chrétiens, dont les croisades amenaient les incessantes irruptions sur le sol des infidèles. On connaît, par les récits des historiens de ces guerres, l'épouvante que ces moyens de combat semaient dans les rangs des croisés. Il est d'ailleurs facile de comprendre la surprise et la terreur que devaient éprouver les Occidentaux, habitués aux luttes loyales de leur pays, où le fer n'avait que le fer à combattre, lorsque tout d'un coup ils se trouvaient en face d'une attaque si étrange et si imprévue. Quel que soit le courage du soldat, il n'aime pas à braver les périls dont il ne connaît point la nature; les dangers qui s'environnent d'un caractère surnaturel ou mystérieux glacent les plus intrépides cœurs. Or, l'emploi de ces feux à la guerre avait quelque chose de magique en apparence, qui devait très vivement agir sur l'imagination des Européens. Qu'on se représente un chevalier chrétien enfermé dans son étroite armure, et qui tout d'un coup voit arriver sur lui, au galop de son cheval, un musulman armé du feu grégeois. Avec la *lance à feu*, le Sarrasin dirrige la flamme ardente contre le visage de son ennemi; avec la *massue à asperger*, il couvre sa cuirasse du mélange enflammé, et le guerrier tremblant, éperdu à cette apparition magique, se croit, avec horreur, à demi consumé sous son armure brûlante.

Joinville, dans sa précieuse Chronique, nous a laissé de curieux témoignages de l'impression produite par les feux des Sarrasins sur l'armée de saint Louis, qui vint porter la guerre aux bords du Nil en 1248. On nous permettra de reproduire une partie du récit de ce chroniqueur naïf, historien et acteur de ces guerres lointaines.

« Ung soir advint, dit Joinville, que les Turcs amenèrent ung engin qu'ilz appeloient la perrière, ung terrible engin à malfaire : et le misdrent vis à vis des chaz chateilz (1) que messire Gaultier de Curel et moy guettions de nuyt, par lequel engin ilz nous gettoient le feu grégeois à planté, qui estoit la plus orrible chose que oncques jamés je veisse. Quand le bon chevalier messire Gaultier mon compagnon vit ce feu, il s'escrie et nous dist : Seigneur, nous sommes perduz à jamais sans nul remède. Car s'ilz bruslent nos chaz chateilz, nous sommes ars et bruslez ; et si nous laissons nos gardes, nous sommes ashontez. Pourquoy je conclu que nul n'est qui de ce péril nous peust défendre, si ce n'est Dieu notre benoist créateur. Si vous conseille à tous, que toutes et quantes foiz qu'ilz nous getteront le feu grégeois, que chacun de nous se gette sur les coudes, et à genoulz, et crions mercy à nostre Seigneur, en qui est toute puissance. Et tantoust que les Turcs getterent le premier coup du feu, nous nous mismes à coudez et à genoulz, ainsi que le preudoms nous avoit enseigné. Et cheut le feu de cette première foiz entre nos deux chaz chateilz, en une place qui estoit devant, laquelle avoient faite nos gens pour estoupper le fleuve. Et incontinent fut estaint le feu par ung homme que nous avions propre à ce faire. La manière du feu grégeois estoit telle, qu'il venoit bien devant aussi gros qué ung tonneau, et de longueur la queüe en duroit bien comme d'une demye canne de quatre pans. Il faisoit tel bruit à venir, qu'il sembloit que ce fust fouldre qui cheust du ciel, et me sembloit d'un grant dragon vollant par l'air, et gettoit si grant clarté, qu'il faisoit aussi cler dedans nostre ost comme le jour, tant y avoit grant flamme de feu. Trois foys cette nuytée nous gettèrent le dit feu grégeois avec ladite perrière et quatre foys avec l'arbaleste à tour. Et toutes les foys que nostre bon Roy saint Loys oyoit qu'ilz nous gettoient ainsi ce feu, il se gettoit à terre, et tendoit ses mains la face levée au ciel et crioit à haute voix à nostre Seigneur et disoit

(1) Les *chaz chateilz* dont parle Joinville étaient probablement des tours de bois dans lesquelles se renfermaient durant la nuit les soldats qui devaient défendre les travaux commencés. Les Français travaillaient à se frayer un passage sur une des branches orientales du Nil. Ils avaient construit une digue pour traverser le fleuve ; à droite et à gauche de cette digue ils avaient placé ces *chaz chateilz* que les musulmans s'efforçaient d'incendier pendant la nuit, pour empêcher le passage de l'armée ennemie.

en pleurant à grans larmes : *Beau sire Dieu Jésus-Christ* garde moy et toute ma gent; et croy moy que ses bonnes prières et oraisons nous eurent bon mestier. Et davantage, à chacune foiz que le feu nous étoit cheu devant, il nous envoyoit ung de ses chambellans, pour savoir en quel point nous estions, et si le feu nous avoit grevez. L'une des foiz que les Turcs gettèrent le feu, il cheut de cousté le chaz chateil que les gens de monseigneur de Corcenay gardoient, et ferit en la rive du fleuve qui estoit là devant, et s'en venoit droit à eulz, tout ardant. Et tantoust veez cy venir courant vers moy un chevalier de celle compagnie qui s'envenoit criant : Aidez-nous, sire, ou nous sommes tous ars. Car veez-ci comme un grant haie de feu grégeois, que les Sarrazins nous ont traict, qui vient droit à nostre chastel. Tantoust courismes là, dont besoing leur fut. Car ainsi que disoit le chevalier, ainsi estoit-il, et estaignismes le feu à grant ahan et malaise. Car de l'autre part les Sarrazins nous tiroient à travers le fleuve trect et pilotz dont nous étions tous plains (1). »

Le feu grégeois, dont il est question dans ce curieux passage, était lancé par différentes machines, telles que les *arbalètes à tour*, les *flèches à mangonneau*, etc., dont MM. Reinaud et Favé ont restitué avec beaucoup de bonheur les descriptions et les figures. Joinville parle plus loin du feu grégeois lancé directement à la main par des soldats ou des vilains.

« Devant nous avoit deux heraulz du Roy, dont l'un avoit nom Guillaume de Bron, et l'autre Jehan de Gaymaches, auxquel les Turcs qui estoient entre le ru et le fleuve, comme j'ay dit, amenèrent tout plain de villains à pié, gens du païs, qui leur gettoient bonnes mottes de terre, et de grosses pierres à tour de braz. Et au darnier, ils amenèrent ung autre villain Turc, qui leur gecta trois foiz le feu grégeois, et à l'une des foiz il print à la robe de Guillaume de Bron et l'estaignit tantost, dont besoing lui fut. Car s'il se fust allumé, il fust tout bruslé.

» ..... Vous diray tout premier de la bataille du conte d'Anjou, qui fust le premier assailly, parce qu'il leur estoit le plus prouche du cousté de devers Babilone. Et vindrent à lui en façon de jeu

(1) Joinville, *Histoire du roy saint Loys*, 1668, p. 39.

d'eschetz. Car leurs gens à pié venoient courant sus à leurs gens, et les brusloient du feu grégeois, qu'ilz gectoient avecques instruments qu'ilz avoient propices..... tellement qu'ilz déconfirent la bataille du conte d'Anjou lequel estoit à pié entre ses chevaliers à moult grant malaise. Et quant la nouvelle en vint au Roy, et qu'on lui eut dit le meschief ou estoit son frère, le bon Roy n'eut en lui aucune tempérance de soy arrester, ne d'attendre nully; mais soudain ferit des esperons, et se boute parmi la bataille l'épée au poing, jusques au meillieu ou estoit son frère, et très asprement frappoit sur ces Turcs, et au lieu où il veoit le plus de presse. Et là endura-t-il maints coups, et lui emplirent les Sarrazins la cullière de son cheval de feu grégeois..... De l'autre bataille estoit maître et capitaine le preudoms et hardy messire Guy Malvoisin, lequel fut fort bléçié en son corps. Et voians les Sarrasins la grant conduite et hardiesse qu'il avoit et donnoit en sa bataille, ils lui tiroient le feu grégeois sans fin, tellement que une foiz fut, que a grant peine le lui peurent estaindre ses gens ; mais nonobstant ce, tint-il fort et ferme, sans estre vaincu des Sarrazins (1). »

Comme tous les chrétiens dont il partagea les périls, Joinville avait conçu une grande épouvante des effets du feu grégeois, et cette impression est clairement reconnaissable dans l'exagération de ses récits. Il faut bien le reconnaître, en effet, le feu grégeois, qui avait exercé de grands ravages dans l'origine, et quand on l'employait à incendier des navires ou à détruire les travaux de défense des cités, était peu redoutable dans les combats corps à corps. Ce n'était, à vrai dire, qu'une sorte d'épouvantail. Éminemment propre à incendier des barques, de petits bâtiments, des tours de bois, des palissades, objets très combustibles, il était moins redoutable pour les hommes que le fer des lances ou l'acier des épées. Dans toutes les chroniques qui parlent du feu grégeois pendant les croisades, il n'est pas dit

(1) Plusieurs autres historiens ont parlé avec détail de ces projectiles incendiaires dont les Arabes tirèrent un si grand parti dans toute la durée des croisades ; mais nous avons cru pouvoir nous en tenir aux récits de Joinville, dont la fidélité comme chroniqueur est assez établie.

une seule fois, selon M. Lalanne, qu'on doive lui attribuer la mort d'un homme. Comme on le voit dans les récits de Joinville, Guillaume de Bron en reçoit un pot sur son bouclier, saint Louis en a *la cullière de son cheval toute remplie*, Guy Malvoisin en est tout couvert, sans qu'il en résulte pour eux aucun accident sérieux. On voit, d'après cela, dans quelles erreurs sont tombés les historiens, qui, d'après les récits de Joinville, ont si démesurément grossi les effets du feu grégeois; et combien il y avait loin de ces projectiles qui, « *lancés à la face de l'ennemi et leur brûlant la barbe, leur faisaient prendre la fuite* (1), » à ce feu qui, selon Lebeau, « *dévorait des bataillons entiers.* »

M. Lalanne fait remarquer avec raison que si le feu grégeois eût été aussi puissant dans ses effets que l'ont dit les écrivains modernes, il aurait indubitablement opéré une révolution dans l'art de la guerre. Or il n'en est rien, et tous les ouvrages originaux de cette époque montrent que le feu grégeois était loin d'avoir fait abandonner les projectiles, même les plus grossiers, en usage de toute antiquité. Ainsi l'empereur Léon ordonne de lancer sur les navires ennemis, de la poix enflammée, des serpents, des scorpions et autres bêtes venimeuses, « et des pots pleins de chaux vive, qui, en se brisant, répandent une épaisse fumée dont la vapeur suffoque et enveloppe d'obscurité les ennemis. »

C'est ici le lieu de relever une autre erreur accréditée par tous les historiens : nous voulons parler de la prétendue *inextinguibilité* du feu grégeois. Au dire de tous nos auteurs, l'eau était impuissante à éteindre l'incendie allumé par ce feu ; le vinaigre, le sable ou l'urine pouvaient seuls arrêter ses ravages. Ce préjugé existait, en effet, chez les chrétiens, mais il n'était que le résultat de la terreur qu'inspiraient les mélanges

(1) Anne Comnène, *Alexiade*, liv. XIII, p. 283.

incendiaires. Les écrivains de l'époque ne font nulle part mention de ce fait, et l'examen le moins attentif des textes originaux aurait suffi pour le réduire à sa juste valeur. Il y avait dans l'armée des croisés des *estaigneurs*, pour éteindre l'incendie allumé par les feux des Arabes; c'est ce qu'indique Joinville dans ce passage « *fut estaint le feu par ung homme que nous avions propre à ce faire.* » Joinville dit, en parlant de Guy Malvoisin : « *une fois fut que à grant peine le lui purent éteindre ses gens.* » Il ajoute ailleurs que le feu grégeois ne leur fit aucun mal, parce qu'il tomba dans le fleuve. Mais un autre texte tranche la question d'une manière bien plus concluante encore. Cinname, parlant d'une chasse donnée par des Grecs à un navire vénitien, s'exprime en ces termes :

« Les Grecs le poursuivirent jusqu'à Abydos et s'efforcèrent de le brûler en lançant le feu mède; mais les Vénitiens, accoutumés à leur usage, naviguèrent en toute sécurité, ayant recouvert et entouré leur navire d'étoffes de laine imbibées de vinaigre. Aussi les Grecs s'en retournèrent-ils sans avoir pu rien faire ni atteindre leur but; car le feu lancé de trop loin, ou ne parvenait pas jusqu'au bâtiment, ou, atteignant les étoffes, était repoussé, et *s'éteignait en tombant dans l'eau* (1). »

Ces textes, empruntés au mémoire de M. Lalanne, prouvent que le feu grégeois n'était nullement, comme on l'a toujours prétendu, à l'abri des atteintes de l'eau. On a vu d'ailleurs, à propos des brûlots employés chez les Byzantins, que le feu grégeois destiné à incendier les navires n'était préservé de l'action de l'eau que par l'artifice de l'appareil qui le tenait suspendu à la surface de la mer et hors de l'atteinte des vagues.

Il ne faudrait pas cependant conclure de cette observation que, dans certaines limites, le feu grégeois ne pût résister à

(1) Cinnamus, p. 129.

l'action de l'eau. La présence du salpêtre, qui fournissait au mélange incendiaire assez d'oxygène pour que sa combustion pût se passer de l'oxygène atmosphérique, pouvait lui permettre de brûler pendant quelque temps hors du contact de l'air. Plusieurs de nos pièces d'artifice de guerre peuvent, de la même manière, brûler quelque temps sous l'eau, et tous nos canonniers savent qu'ils ne peuvent empêcher leur *lance à feu* de brûler autrement qu'en la coupant. Si, pour l'éteindre, ils mettaient le pied sur la partie qui flambe, ils brûleraient leur soulier sans y parvenir. Mais il y a loin de cet effet momentané à tout ce qu'ont écrit les historiens sur ce feu « *que l'eau nourrissait au lieu de l'éteindre.* »

CHAPITRE III.

Naissance de la poudre à canon au XIVe siècle. — Ses premiers usages. — Invention des bouches à feu. — Les canons employés pour la première fois à Florence en 1325. — Leur usage répandu chez les différentes nations de l'Europe. — Berthold Schwartz perfectionne la fabrication des bouches à feu. — Derniers progrès de l'artillerie.

Nous arrivons à l'époque où les compositions incendiaires des Arabes subissent la transformation qui doit produire la poudre à canon des temps modernes. Ce n'est qu'au XIVe siècle que fut observée d'une manière positive la force de projection des poudres salpêtrées. Les Arabes avaient appris des Chinois à mélanger le salpêtre avec le charbon et le soufre. Cependant cette espèce de poudre ne pouvait produire encore tous les effets de l'explosion ; elle fusait, mais ne détonait pas. Aussi ne l'employait-on que pour rendre plus vive la combustion des mélanges incendiaires, ou tout au plus pour servir d'amorce. Le salpêtre préparé par les Arabes était en effet assez impur ;

il renfermait plusieurs autres sels, et particulièrement du sel marin. Or, la présence de ces sels étrangers non combustibles avait pour résultat de retarder l'inflammation du mélange; dès lors il ne pouvait que fuser, c'est-à-dire que sa combustion, au lieu de se faire brusquement et sur toute la masse à fois, ne se propageait que lentement et de place en place. L'expansion des gaz provenant de cette combustion n'avait pas assez de puissance pour chasser un projectile. Cependant, au XIVe siècle, le progrès des arts chimiques chez les Arabes permit de mieux purifier le salpêtre, et de le débarrasser des matières étrangères non combustibles; ce sel put dès ce moment provoquer tous les phénomènes de l'explosion, et l'on put l'appliquer à lancer au loin des projectiles.

Une grande incertitude avait régné jusqu'ici sur l'époque où l'on vit se réaliser la découverte des propriétés explosives de la poudre, et sur la contrée qui, la première, fut le théâtre de cette observation capitale qui devait peser d'un si grand poids dans les destinées du monde. D'après des documents nouveaux récemment mis en lumière par MM. Reinaud et Favé, c'est aux Arabes qu'appartiendrait cette découverte. Ces savants auteurs ont trouvé dans un manuscrit arabe de la bibliothèque de Saint-Pétersbourg, qui remonte au XIVe siècle, la description de certaines armes à feu extrêmement imparfaites, et qui en raison de cette imperfection même, semblent marquer les débuts de la découverte et de l'application de la force de projection de la poudre.

Voici un passage de ce manuscrit dans lequel il s'agit évidemment d'une manière de lancer un projectile au moyen de la poudre à canon :

« *Description de la drogue à introduire dans le madfaa, avec sa proportion.* — Baroud, dix; charbon, deux drachmes; soufre, une drachme et demie. Tu le réduiras en poudre fine et tu rempliras un tiers du madfaa ; tu n'en mettras pas davantage, de peur

qu'il ne crève; pour cela, tu feras faire, par le tourneur, un madfaa de bois, qui sera pour la grandeur en rapport avec sa bouche; tu y pousseras la drogue avec force; tu y ajouteras, soit le bondoc, soit la flèche, et tu mettras le feu à l'amorce. La mesure du madfaa sera en rapport avec le trou; s'il était plus profond que l'embouchure n'est large, ce serait un défaut. Gare aux tireurs! fais bien attention. »

Dans ce passage, l'instrument qui reçoit la poudre est appelé *madfaa :* c'est le nom qui sert quelquefois, chez les Arabes, à désigner le fusil. La poudre est composée de dix parties de salpêtre, de deux parties de charbon, et d'une partie et demie de soufre. On ne remplit de poudre que le tiers du madfaa, de peur qu'il ne crève. Par-dessus la poudre, on mettait un *bondoc*, c'est-à-dire une aveline, ou bien une flèche. Les figures qui sont jointes au texte représentent, selon MM. Reinaud et Favé, un cylindre assez court porté sur un long manche qui fait suite à son axe. Cet instrument ressemble beaucoup aux massues incendiaires connues sous le nom de *massues à asperger*.

Voici un autre passage du manuscrit de Saint-Pétersbourg qui contient la description d'une arme à feu analogue à la précédente :

« *Description d'une lance de laquelle, quand tu te trouveras en face de l'ennemi, tu pourras faire sortir une flèche qui ira se planter dans sa poitrine.* — Tu prendras une lance que tu creuseras dans sa longueur, à une étendue de quatre doigts à peu près; tu foreras cette lance avec une forte tarière, et tu y ménageras un madfaa; tu disposeras aussi un pousse-flèche en rapport avec la largeur de l'ouverture; le madfaa sera de fer. Ensuite tu perceras sur le côté de la lance un petit trou; tu perceras également un trou dans le madfaa : puis tu prendras un fil de soie brute que tu attacheras au trou du madfaa; tu le feras entrer par le trou qui est sur le côté de la lance. Tu te procureras, pour cette lance, une pointe percée à son sommet, de manière que, lorsque tu tireras, le madfaa pousse fortement la flèche, par la force de l'impulsion

que tu auras communiquée ; le madfaa marchera avec le fil, mais le fil retiendra le madfaa, de manière à l'empêcher de sortir de la lance avec la flèche. Quand tu monteras à cheval, ainsi armé, tu auras soin de te munir d'un troussequin : c'est afin que la flèche ne sorte pas de la lance. »

Il s'agit ici, selon MM. Reinaud et Favé, d'une lance disposée de telle manière que lorsqu'on était en face de son ennemi, il en sortait un trait qui allait lui percer le sein. Pour cela on logeait dans la lance un *madfaa* de fer, qui recevait la poudre. Une flèche, dont la grosseur était proportionnée à l'ouverture, était introduite dans le creux de la lance, pour en sortir au moment favorable.

Les instruments dont la description est rapportée dans ces deux passages du manuscrit arabe représentent donc des armes à feu imparfaites, et paraissent former la transition entre les instruments purement incendiaires employés chez les Grecs et les Arabes d'Afrique au XIIIe siècle, et les armes à feu proprement dites, dans lesquelles on met à profit la force expansive de la poudre pour lancer au loin des projectiles meurtriers. Ces premières armes à feu étaient destinées à agir de très près et presque par surprise, car cette espèce de lance ne pouvait projeter qu'à une très faible distance, en raison de l'impureté de la poudre, l'aveline, la flèche ou le projectile quelconque qu'elle contenait

L'opinion de MM. Reinaud et Favé, qui attribuent aux Arabes la découverte de la propriété explosive des poudres salpêtrées, s'appuie donc sur des faits très acceptables. Ce qui peut d'ailleurs la confirmer, selon nous, c'est l'état avancé des arts chimiques chez cette nation. Pendant le moyen âge, l'Espagne, occupée et régie par les Arabes, était devenue le foyer le plus brillant des lettres et des arts; les sciences chimiques s'y trouvaient particulièrement cultivées. La découverte des propriétés explosives de la poudre n'est que la conséquence de la purifi-

cation du salpêtre par les procédés chimiques; il est donc probable que c'est aux Arabes que doit revenir l'honneur de cette importante observation.

La poudre préparée au XIVe siècle était extrêmement imparfaite. On l'obtenait sous forme de poussier, état qui lui enlève une grande partie de sa force; en outre, le salpêtre qui servait à sa fabrication était fort impur. Cette poudre, qui ne donnait lieu qu'à une explosion assez lente, n'aurait donc pu imprimer aux projectiles une vitesse assez grande pour percer les cuirasses et les armures métalliques en usage à cette époque. Aussi, durant le XIVe siècle, les projectiles lancés par les bouches à feu ne furent-ils que très rarement dirigés contre les hommes. La poudre servait surtout à lancer de grosses pierres qui, par leur chute, écrasaient les édifices et ruinaient les défenses extérieures des places. Tel fut le premier emploi des bouches à feu, qui prirent le nom de *bombardes* ou *bastons à feu*.

Mais les bombardes ne furent pas destinées seulement à lancer de lourds projectiles contre les travaux de défense des villes assiégées; elles servirent encore à jeter à l'ennemi le feu grégeois et les compositions incendiaires. On nous permettra d'insister sur ce point particulier, car nous y trouverons l'occasion d'établir que l'usage et le secret du feu grégois n'ont aucunement été perdus, comme on l'entend dire tous les jours.

La découverte de la poudre à canon ne fit pas complétement abandonner l'emploi des mélanges incendiaires; on les conserva comme un moyen d'attaque utile en plus d'une circonstance. Les Européens eux-mêmes finirent par en emprunter l'usage aux Arabes, et tous ces phénomènes de combustion, qui avaient paru si effrayants aux Occidentaux du VIIIe au XIIIe siècle, devinrent plus tard d'un usage familier en Europe.

Il est souvent question du feu grégeois dans les chroniques de Froissart. En racontant le siége du château de Romorantin par le prince de Galles, cet historien dit en parlant des Anglais :

« Si ordonnèrent à apporter canons-avant et à traire carreaux et feu grégeois dedans la basse-cour; car si cil feu s'y vouloit prendre, il pourroit bien tant multiplier qu'il se bouteroit en toit des couvertures des tours du châtel..... Adonc fut le feu apporté avant, et traict par bombardes et par canons en la basse-cour, et si prit et multiplia tellement que toutes ardirent. »

Le nom du feu grégeois se trouve chez presque tous les auteurs de pyrotechnie du XVI[e] siècle, et on lit dans les ouvrages de cette époque la description détaillée des divers instruments à feu en usage en Europe vers le XV[e] et le XVI[e] siècle. Voici, par exemple, suivant un de ces écrivains, Biringuccio, la manière de préparer les lances à feu :

« *Moyen de faire lances à feu pour getter où il vous plaira attachées à la pointe des lances.* — Pour la défense d'une forteresse, ou pour dresser une escarmouche de nuit, ou pour assaillir un camp, c'est chose utile d'attacher à la pointe des lances des gens de cheval, et sur la cime des piques des gens de pié, certains canons de papier posez dans autres de bois longs de demi-brasse. Lesquels vous remplirez de grosse poudre avec laquelle vous meslerez pièce de feu grégeoix, de soufre, grains de sel commun, lames de fer, voire brisé et arsenic cristallin. Et le tout pousserez dedans à force, et après avoir mis quelque chose au devant, tournerez l'issue du feu contre voz ennemis. Lesquels resteront effrayés au possible, appercevant une langue de feu excédant en longueur deux brasses, faisant un bruit épouvantable. Et peut ceste façon de langue grandement servir à ceux qui veuillent faire profession des armes sur la mer (1). »

Comme le remarquent MM. Reinaud et Favé, on voit que c'est bien là l'art des anciens Arabes : l'effet des instruments est le même, leur disposition toute semblable; seulement, l'imagination n'ajoutant plus à la crainte que ces armes inspiraient,

(1) Vanoccio Biringuccio, *la Pyrotechnie*, traduit de l'italien par Jacques Vincent. Paris, 1572, folio 164.

leur usage se borne à des circonstances rares et exceptionnelles.

Les écrivains de cette époque signalent quelques actions de guerre dans lesquelles on eut recours à ces moyens. Daniel Davelourt, dans sa *Briefve instruction sur le faict de l'artillerie en France*, inprimée en 1597, parle ainsi de l'usage que l'on fit du feu grégeois au siége de Pise :

« Toute chose seiche et qui brusle facilement, multipliant le feu par quelque propre et intérieure nature, se peut mettre à composition du feu : comme sont, soulphre, salpêtre, poudre à canon, huile de lin, de pétrole, de térébenthine, poix, résine, camphre, chaux vive, sel ammoniac, vif-argent et autres telles matières dont on a accoustumé de faire trompes, pots, cercles, langues, piques, lances à feu, et autres feux artificiels propres a refroidir l'ardeur de ceux qui vont les plus hardis assaillir une bresche.

» Comme l'on cogneut au siége de Pise, où les Florentins, soubs la conduite de Paul Vitelli, ayant fait la bresche raisonnable, et les Pisans se réparant par dedans avec fossés et terrasses, encore ajoutèrent-ils les feux grégeoix et artificiels, avec lesquels ils empêchèrent que les Florentins ne purent exécuter leur dessein. Les soldats de Vérone, attendant l'assaut des François, dressèrent pots de feu artificiels et autres fricassées, qui leur donnoient aux flancs et par derrière les remparts. »

Zantfliet affirme dans ses chroniques que le feu grégeois était usité en Hollande en 1420. Il fut encore employé en 1454 au siége de Constantinople par Mahomet II : les assiégés et assiégeants en faisaient usage chacun de leur côté. L'historien Phrantzès, cité par M. Lalanne, rapporte qu'un Allemand nommé Jean, très habile à manier le feu grégeois, et qui dirigeait la défense de la ville, se servait de ce feu pour faire sauter des mines. Ainsi jusqu'à l'année 1453 les compositions incendiaires étaient encore employées concurremment avec l'artillerie, et l'on avait trouvé le moyen d'en tirer un parti

nouveau en l'appliquant à l'art des mines. On peut donc établir, en s'appuyant sur des données historiques, que le secret du feu grégeois n'a jamais été perdu.

Pour résumer ce qui précède, les bouche à feu furent appliquées dans l'origine à lancer des pierres contre les remparts extérieurs des cités, et à jeter le feu grégeois. Cependant, à mesure que la préparation de la poudre à canon se perfectionna, et que les projectiles purent recevoir une vitesse assez grande pour percer les armures métalliques, ce dernier usage se perdit, et le nom même du feu grégeois finit par s'oublier. C'est alors seulement que les bouches à feu commencèrent à jouer un rôle important dans les armées. Suivons rapidement leurs progrès dans les diverses contrées de l'Europe.

Presque tous les peuples ont revendiqué à leur tour le contestable honneur d'avoir les premiers fait usage du canon. Ce point très longtemps débattu est maintenant éclairci d'une manière satisfaisante.

D'après l'historien espagnol Conde, les Arabes auraient les premiers employé le canon en Europe. Assiégés, en 1259, à Niebla, en Espagne, par les populations dont ils avaient envahi le territoire, ils se défendirent en lançant des pierres et des dards « avec des machines et des traits de tonnerre avec feu. » Le même historien rapporte aussi un exemple de l'usage du canon en Espagne en 1323, lorsque le roi Grenade, ayant mis le siége devant Baza, se servit contre la ville « de machines et engins qui lançaient des globes de feu avec grand tonnerre. »

Cependant, comme il n'existe aucun ouvrage technique qui puisse venir en aide à ces textes trop peu explicites, il est difficile de savoir si les machines à feu dont parle l'historien espagnol étaient véritablement des canons, ou si ce n'étaient pas simplement ces balistes, ces mangonneaux ou ces machines à fronde, depuis si longtemps employés chez les Arabes pour lancer des matières combustibles et des carcasses incendiaires,

qui, jetées derrière les remparts des villes, s'enflammaient au milieu de l'air avec une violente explosion (1). Les termes dont se sert l'auteur ne permettent pas de prononcer. Espérons que quelques documents encore enfouis dans les archives espagnoles viendront un jour jeter la lumière sur cette question, l'une des plus curieuses et des plus controversées de l'histoire de l'artillerie.

En l'absence de textes plus positifs, la priorité de l'emploi du canon ne saurait être contestée à l'Italie. Dans son *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, M. Libri rapporte une pièce authentique de la république de Florence, datée du 11 février 1325, qui constate que *les prieurs, le gonfalonier, et les douze bons hommes* ont la faculté de nommer deux officiers chargés de faire fabriquer des boulets de fer et des canons de métal pour la défense des châteaux et des villages appartenant à la république de Florence. Cette pièce suffit évidemment pour établir l'existence des bouches à feu en Italie dès l'année 1325.

A partir de l'année 1326, les historiens italiens mentionnent assez souvent l'emploi des armes à feu. Nous nous bornerons à citer l'attaque de Cividale en 1331 (2).

L'usage de la poudre à canon s'est introduit de très bonne heure en France. L'histoire a constaté son emploi en 1339, au siége de Puy-Guillem, et pendant la même année au siége de Cambrai par Edouard III. Elle a également établi la fabrication de canons à Cahors en 1345, ainsi que l'usage, à la même époque, des boulets et des balles de plomb.

(1) Ces machines à fronde qui furent employées pendant tout le moyen âge dans la guerre de siéges, avaient une force de projection considérable. Les assiégeants lançaient aussi dans les villes des pierres énormes qui, tombant sous un angle élevé, écrasaient les maisons et les édifices. On lança même par ce moyen les prisonniers faits à l'ennemi.

(2) Lacabane, *Bibliothèque de l'école des chartes*, 2e série, t. I, p. 35.

Les Anglais n'ont adopté qu'après nous la poudre à canon (1); ils ont cependant sur tous les peuples de l'Europe l'avantage d'avoir les premiers employé l'artillerie en rase campagne. On sait l'usage funeste qu'ils en firent contre nous à la journée de Crécy, le 26 août 1346. Selon la Chronique de Saint-Denis, le roi Philippe de France venant à l'encontre des Anglais, ceux-ci « tirèrent trois canons, d'où il arriva que les arbalétriers génois qui étoient en première ligne, tournèrent le dos et cessèrent le combat. » L'historien Villani ajoute que les Anglais lançaient de petites balles de fer pour effrayer les chevaux : « Le roi d'Angleterre ordonna à ses archers, dont il n'avoit pas grand nombre, de faire en sorte avec les bombardes de jeter des boules de fer avec du feu pour effrayer et disperser les chevaux des François..... Les bombardes menoient si grande rumeur et tremblement, qu'il sembloit que Dieu tonnât, avec grande tuerie de gens et déconfiture de chevaux. » Selon Villani, le désordre des Français arriva surtout par suite de l'embarras des corps morts laissés par les Génois; toute la campagne était jonchée de chevaux et de gens renversés, tués ou blessés par les bombardes et les flèches.

Le revers éprouvé par les troupes françaises à la journée de Crécy fut attribué à l'emploi des bouches à feu, et ce fait, qui produisit une grande sensation, eut pour résultat de faire adopter l'artillerie par toutes les nations militaires de l'Europe.

(1) C'est un écrivain anglais qui a le premier propagé l'opinion, si répandue et si inexacte, d'après laquelle Roger Bacon est regardé comme l'inventeur de la poudre. Plot, dans son ouvrage, *The natural history of Oxford*, attribue à son compatriote l'honneur de cette découverte, d'après ce fait, que personne n'aurait parlé de la poudre avant Roger Bacon. Or, tout ce que dit en plusieurs endroits de son livre, au sujet des effets explosifs de la poudre, l'auteur de l'*Opus majus*, est évidemment emprunté et presque copié de l'ouvrage de Marcus. On voit sur quels fondements repose une opinion qui a joui cependant de tant de crédit depuis trois siècles.

Jusque-là, le canon n'avait encore agi que contre les édifices et les murailles des villes; son emploi contre les hommes avait rencontré, dans l'Occident, les plus vives répugnances. Pour les guerriers du moyen âge, c'était une félonie que d'employer à la guerre ces armes perfides qui permettaient au premier vilain de tuer un brave chevalier, qui donnaient au timide et au lâche le moyen d'attaquer à couvert et à distance le plus intrépide combattant. Au XIIe siècle, le second concile de Latran, dont les décisions faisaient loi pour toute la chrétienté, avait défendu l'usage des machines de guerre dirigées contre les hommes, comme « trop meurtrières et déplaisant à Dieu. » Christine de Pisan, qui a composé sous Charles VI un traité de l'art de la guerre, parle d'un feu grégeois et des compositions analogues usitées de son temps comme d'un moyen déloyal et indigne d'un chrétien. Enfin, on peut rappeler à ce sujet le serment exigé, au moyen âge, des artilleurs allemands, qui devaient jurer « de ne point tirer le canon de nuit; de ne point cacher de feux clandestins....., et surtout de ne construire aucuns globes empoisonnés ni autres sortes d'invention, et de ne s'en servir jamais pour la ruine et la destruction des hommes, estimant ces actions injustes autant qu'indignes d'un homme de cœur et d'un véritable soldat (1). »

Les Anglais, qui à toutes les époques ont marché hardiment et sans scrupule vers tout ce qui peut contribuer à servir leurs desseins, furent les premiers à fouler aux pieds l'opinion de leur temps. L'exemple une fois donné, les autres nations n'hésitèrent plus à entrer dans cette voie, et ne tardèrent pas à élever leurs ressources militaires à la hauteur de celles de leurs voisins. Aussi voit-on, après la bataille de Crécy, l'usage des armes à feu se généraliser en France et se répandre bientôt dans toute l'Europe. A dater de cette époque, Froissart ne

(1) Siemnowitz, *Grand art de l'artillerie*, p. 299.

manque plus de faire l'énumération des pièces d'artillerie qui marchent à la suite des armées. C'est ainsi qu'il mentionne l'usage des armes à feu devant Calais en 1347, à l'attaque de Romorantin; en 1356 et en 1358, à la défense de Saint-Valéry; en 1359, contre les murailles de Mons et le château de la Roche-sur-Yon. Enfin en 1373 à 1378, on trouve l'emploi du canon cité contre un grand nombre de villes et de châteaux. L'esprit d'indépendance des communes se développant de plus en plus dans les provinces françaises, les villages et les bourgs ne manquèrent pas de s'emparer à leur tour de ce puissant moyen de défense contre les envahissements et les attaques de la féodalité. Chaque ville libre voulut avoir à sa solde son *maître d'artillerie et ses artillers*. Dès l'année 1348, Brives-la-Gaillarde était défendue par cinq canons, et dans les années 1349 et 1352 la ville d'Agen en avait placé à ses principales portes et dans ses quartiers les plus exposés (1).

Aussi les bouches à feu, qui à la bataille de Crécy se comptaient par unités, augmentent bientôt en nombre d'une manière prodigieuse. A l'assaut de Saint-Malo, en 1376, les Anglais avaient « bien quatre cents canons postés autour de la place (2), » ce qui ne les empêcha pas d'être repoussés par Clisson et du Guesclin. Sous Charles VI, en 1411, on compte à l'armée du duc d'Orléans *quatre mille que canons que coulevrines* (3). Enfin l'armée des Suisses qui remporta en 1476, sur Charles le Téméraire, la sanglante victoire de Morat, avait, dans ses rangs, selon le récit de Philippe de Comines, dix mille coulevrines (4); seulement il est bien entendu qu'ici les armes à feu ont été réduites à de petites dimensions, et sont devenues des armes à mains comme nos fusils.

(1) Lacabane, *Bibliothèque de l'école des chartes*, 2e série, t. I, p. 46.
(2) Froissart, *Histoire et chronique*. Lyon, 1559, vol. I, p. 439 et 458, et vol. II, p. 27.
(3) Juvénal des Ursins, *Histoire de Charles VI*, p. 213.
(4) *Mémoires*, liv. V, chap. 3.

Vers l'année 1380, la marine adoptant l'usage de l'artillerie, les navires de guerre et de commerce commencèrent à disposer des canons à leur bord.

On voit d'après l'ensemble des faits qui viennent d'être rapportés, ce qu'il faut penser de l'opinion des historiens qui ont nié l'emploi de la poudre dans les armées d'Europe au XIVe siècle. Cette opinion a prévalu assez longtemps, appuyée sur des interprétations vicieuses de quelques textes historiques. On sait, pour ne citer qu'un exemple, que l'existence de l'artillerie en France, en 1339, a été prouvée par le fameux extrait, cité par du Cange, du registre de la chambre des comptes qui porte : « *Payé à Henri de Fumechon, pour achat de poudres et autres objets nécessaires aux canons employés devant Puy-Guillem...* » Or, l'historien Temnler veut que dans ce document on lise *poutre* au lieu de *poudre*. D'un autre côté, le père Lobineau, dans son *Histoire de Bretagne*, fait des efforts d'esprit inimaginables pour prouver que les canons dont il est question dans la romance faite en 1382 en l'honneur de du Guesclin n'étaient que *des espèces de clarinettes*. N'en déplaise à ces érudits chroniqueurs, le sénéchal de Toulouse, Pierre de la Pallu, qui assiégeait Puy-Guillem en 1339, bravait autre chose que des poutres, et le vaillant du Guesclin n'affrontait pas des clarinettes.

Pendant que la France multipliait ses bouches à feu, l'Allemagne apportait un perfectionnement capital à leur fabrication. Jusque-là les canons avaient été fabriqués au moyen de pièces de fer reliées entre elles par des liens circulaires, comme le sont les douves de nos tonneaux ; les arts métallurgiques ayant fait de grands progrès en Allemagne, on trouva dans ce pays l'art d'obtenir des bouches à feu par la fusion d'un alliage métallique d'une dureté considérable et qui permettait à la pièce de résister aisément à l'action du tir.

S'il faut s'en rapporter aux textes cités par M. le colonel

Tortel (1), l'auteur de ce perfectionnement remarquable de l'artillerie ne serait autre que Berthold Schwartz, le même auquel une tradition vulgaire attribue la découverte des effets explosifs de la poudre. En admettant cette identité, qui paraît difficilement contestable en présence des textes récemmeut découverts et commentés avec beaucoup de bonheur par M. Lacabanne (2), Berthold Schwartz reprendrait dans l'histoire de nos découvertes la place qu'il avait perdue, et les événements de sa vie, longtemps contestés, pourraient être acceptés par la critique.

Berthold Schwartz était un cordelier de Fribourg. Les écrivains allemands sont loin de s'accorder sur la date de son invention qu'ils placent en 1320, 1330, 1350, 1378 et 1380. Il est cependant bien établi qu'en 1378 il se rendit à Venise, et y fit connaître le nouveau perfectionnement qu'il avait apporté à la fabrication des bouches à feu. Les Vénitiens firent usage de ses canons au siége de Chiozza, en 1380. Cependant les magistrats de Venise, fidèles aux vieilles habitudes des républiques italiennes, récompensèrent mal ses services. Le siége terminé, pour se dispenser de payer à Berthold Schwartz la récompense promise, on le fit jeter en prison, et du fond de son cachot il revendiqua inutilement l'honneur et le prix de ses travaux. Une croyance populaire menace tous les auteurs d'inventions funestes à l'humanité du destin de périr eux-mêmes victimes de leurs pernicieuses découvertes : Berthold Schwartz aurait fourni une frappante confirmation de cette pensée, s'il est vrai, comme l'ont écrit les Fribourgeois, que l'empereur Venceslas, pour punir cet homme de sa terrible invention, l'ait fait attacher à un baril de poudre auquel on mit le feu.

(1) *Spectateur militaire*, 15 septembre 1841, p. 623.
(2) *Loc. cit.*, p. 46.

L'artillerie, ainsi perfectionnée en Italie et en Allemagne, fit bientôt en France de nouveaux progrès dans le détail desquels il serait hors de propos de nous engager; c'est à cette circonstance que l'armée de Charles VIII dut ses triomphes si rapides dans la campagne de Naples. Enfin le rôle de l'artillerie et de la poudre à canon ayant pris tous les jours plus d'importance dans les armées, François Ier établit dans le royaume un grand nombre de fonderies, de poudreries et d'arsenaux. C'est sous le règne de ce prince que fut rendue l'ordonnance qui institue et règle pour la première fois l'administration des poudres et salpêtres.

CHAPITRE IV.

Perfectionnements apportés dans les temps modernes à la composition de la poudre à canon. — Essais pyrotechniques de Dupré et de Chevallier. — Poudre au chlorate de potasse expérimentée par Berthollet en 1788.

Nous ne suivrons pas plus loin cette histoire rapide des emplois de la poudre à canon. La revue des perfectionnements successifs qui ont amené l'artillerie européenne au degré éminent où nous la voyons de nos jours, appartient spécialement à l'histoire militaire; ici nous devons nous en tenir à envisager, sous le rapport scientifique, les modifications apportées à la composition des poudres de guerre. A ce point de vue, notre tâche est à peu près terminée ; depuis deux siècles, en effet, la fabrication et l'emploi de l'agent qui nous occupe n'ont fait que des progrès presque insensibles, et pour arriver jusqu'à notre époque, nous n'avons à signaler que quelques essais curieux, mais restés sans application. C'est dans cette catégorie qu'il faut ranger les essais entrepris sous Louis XV par Dupré, pour

retrouver le feu grégeois; ceux que fit à la fin du dernier siècle le célèbre chimiste Berthollet, dans le but de modifier la composition de la poudre ; enfin les expériences pyrotechniques de Chevallier exécutées sous l'empire.

Dupré, né aux environs de Grenoble, était orfèvre à Paris. En essayant de fabriquer de faux diamants, il découvrit, dit-on, par hasard une liqueur inflammable d'une activité prodigieuse. Chalvet, qui rapporte ce fait dans sa *Bibliothèque du Dauphiné*, assure que cette liqueur consumait tout ce qu'elle touchait, qu'elle brûlait dans l'eau, et reproduisait, en un mot, tous les effets anciennement attribués au feu grégeois. Dupré fit instruire Louis XV de sa découverte, et sur l'ordre du roi, il exécuta quelques expériences à Versailles, sur le canal, et dans la cour de l'Arsenal à Paris. C'était en 1755; on était engagé contre les Anglais dans cette guère désastreuse qui devait amener la ruine de notre puissance navale. Dupré fut envoyé dans divers ports de mer pour essayer contre les vaisseaux l'action de sa liqueur incendiaire. Les effets que l'on produisit furent si terribles, que les marins eux-mêmes en furent épouvantés. Cependant Louis XV, cédant à un noble sentiment d'humanité, crut devoir renoncer malgré les pressantes nécessités de la guerre, aux avantages que lui promettait cette invention. Il défendit à Dupré de publier sa découverte, et, pour assurer son silence, il lui accorda une pension considérable et la décoration de Saint-Michel. Dupré est mort sans avoir trahi son secret; mais Chalvet avance une atrocité inutile, lorsqu'il prétend que l'opinion commune accusa Louis XV d'avoir précipité sa mort.

Selon M. Coste, un artificier nommé Torré aurait retrouvé, sous le ministère du duc d'Aiguillon, un secret analogue à celui de Dupré. « Le secret du feu grégeois, dit M. Coste, a été retrouvé en France, sous le ministère du duc d'Aiguillon, par un metteur en œuvre qui ne le cherchait certainement pas

et qui travaillait au Havre à des pierres de composition. Mon témoignage à cet égard est irrécusable, car c'est moi qui ai rédigé le *Mémoire au conseil*, par lequel cet honnête artiste faisait hommage au roi de sa funeste découverte, lui demandait ses ordres, et offrait d'enfermer dans un canon de bois, qu'un seul homme pourrait porter, sept cents flèches remplies de sa composition, lesquelles s'enflammeraient, éclateraient et mettraient le feu en tombant. Cet appareil et le canon de bois qui devaient porter le feu grégeois à huit cents toises étaient de l'invention de l'artificier Torré (1). » Toutefois cette idée n'a jamais eu de suite.

Il en a été autrement de l'invention du mécanicien Chevallier, sur laquelle la fin tragique de son auteur appela quelque temps l'attention du public. Chevallier, ingénieur et mécanicien à Paris, avait réussi à préparer des fusées incendiaires qui brûlaient dans l'eau, et dont l'effet était, dit-on, aussi sûr que terrible. Les expériences pyrotechniques, faites le 30 novembre 1797 à Meudon et à Vincennes, en présence d'officiers généraux de la marine, et reprises à Brest le 20 mars suivant, montrèrent que ces fusées, qui avaient quelques rapports avec nos fusées à la Congrève, reproduisaient une partie des effets que l'on rapporte communément au feu grégeois.

Chevallier s'occupait à perfectionner ses compositions incendiaires, lorsqu'il périt victime d'une fatale méprise. Depuis le commencement de la révolution, il s'était fait remarquer par l'exaltation de ses idées républicaines ; en 1795, il avait déjà été arrêté comme agent d'un complot jacobin et mis en liberté à la suite de l'amnistie de l'an IV. En 1800, dénoncé à la police ombrageuse de l'époque comme s'occupant, dans un but suspect, de fusées incendiaires et de préparations d'artifices, il fut emprisonné sous la prévention d'avoir voulu attenter aux

(1) *Essai sur de prétendues découvertes nouvelles*, 1803.

jours du premier consul. Cette affaire ne pouvait avoir aucune suite sérieuse, et Chevallier s'apprêtait à sortir de prison, lorsque, par une coïncidence déplorable, arriva l'explosion de la machine infernale. Chevallier n'avait eu évidemment aucune relation avec les auteurs de cet horrible complot ; cependant il fut traduit quelques jours après devant un conseil de guerre, condamné à mort, et fusillé le même jour à Vincennes.

Les essais entrepris par Berthollet, en 1788, pour remplacer le salpêtre de notre poudre à canon par le chlorate de potasse, ont un caractère scientifique sérieux, et sont plus connus que les faits précédents.

En étudiant les combinaisons oxygénées du chlore, Berthollet avait découvert les chlorates, genre de sels des plus remarquables par leurs propriétés chimiques. Les chlorates sont des composés qui se détruisent avec une facilité extraordinaire, et comme ils renferment une très grande quantité d'oxygène, cette prompte décomposition fait de cette classe de sels un des agents de combustion les plus actifs que l'on possède en chimie. Le chlorate de potasse mélangé avec du soufre, avec du charbon ou du phosphore, constitue un mélange tellement combustible, que le choc du marteau suffit pour le faire détoner. Aussi, quand on triture rapidement dans un mortier de bronze un mélange de chlorate de potasse, de soufre et de charbon, il se produit des détonations successives qui imitent des coups de fouet, et l'on voit s'élancer hors du vase des flammes rouges ou purpurines.

Ces faits observés par Berthollet mirent dans la pensée de ce chimiste le projet de substituer le chlorate de potasse au salpêtre, dans notre poudre à canon. Les essais qu'il entreprit dans cette vue amenèrent les résultats les plus avantageux en apparence : un mélange intime de soufre, de charbon et de chlorate de potasse, dans les proportions habituelles de la poudre, présentait une force explosive d'une énergie extrême, et qui l'emportait à ce point sur

la poudre ordinaire, que les projectiles étaient lancés à une distance triple. Encouragé par ce fait, Berthollet demanda au gouvernement l'autorisation de faire préparer une assez grande quantité de la nouvelle poudre pour servir à des expériences plus étendues. La poudrerie d'Essonnes fut mise à sa disposition. Mais l'entreprise eut une bien triste fin ; une explosion terrible détruisit la fabrique, et coûta la vie à plusieurs personnes. Voici quelques détails positifs sur ce malheureux événement.

M. Letort, directeur de la manufacture d'Essonnes, était plein de confiance dans le succès des expériences de Berthollet et dans l'avenir de la poudre nouvelle; il assurait qu'elle n'offrirait aucun danger dans son maniement, et qu'elle se comporterait en tous points comme la poudre au salpêtre. Le jour où devait commencer la fabrication, il invita Berthollet à dîner, et au sortir de table, on descendit dans les ateliers. Le mélange se faisait comme à l'ordinaire, dans des mortiers avec des pilons de bois et par l'intermédiaire de l'eau, afin d'éviter le développement de chaleur provoqué par le frottement. M. Letort prétendit que l'addition de l'eau était superflue, et que l'on aurait pu tout aussi bien faire le mélange à sec. Pour le prouver, il s'approcha de l'un des mortiers, et, du bout de sa canne, il se mit à triturer une petite motte de poudre qui s'était desséchée sur ses bords. Aussitôt une détonation épouvantable se fit entendre, la maison fut à moitié renversée, et l'on releva parmi les décombres le cadavre du directeur, celui de sa fille et les corps de quatre ouvriers; Berthollet fut préservé comme par miracle.

Cependant on avait attaché tant d'importance à l'emploi de la poudre au chlorate de potasse, que cet événement terrible ne porta point tous ses fruits. Quatre années après, le gouvernement autorisa de nouveaux essais. Au milieu des guerres de la république, il était difficile de renoncer à l'espoir de posséder

un agent d'une si merveilleuse puissance. On multiplia les précautions indiquées en pareils cas; mais tout fut inutile, une nouvelle explosion fit sauter la fabrique et tua trois ouvriers. On n'a plus songé depuis cette époque à recommencer de si funestes essais. D'ailleurs on sait aujourd'hui que la poudre au chlorate de potasse n'a que des dangers et n'offre aucun avantage. Elle est si détonante, que le mouvement seul d'une voiture peut déterminer son explosion. Toutes les substances qui, comme le chlorate de potasse, détonent par le simple choc, donnent en effet des poudres *brisantes*, dont l'action brusque et instantanée, s'exerçant à la fois contre le projectile et contre les parois intérieures du canon, provoque presque toujours la rupture de l'arme.

CHAPITRE V.

La poudre-coton. — M. Schönbein. — Travaux chimiques qui ont amené la découverte du coton-poudre. — Histoire de la xyloïdine. — Accueil fait à la découverte de la poudre-coton.

Les perfectionnements apportés à la fabrication et aux divers emplois de la poudre à canon n'ont marché qu'avec une lenteur extrême; il a fallu quatre siècles pour amener cet art à sa situation présente. Aussi, après les faits rapportés plus haut, l'histoire de la poudre, au point de vue scientifique, ne présente-t-elle que de rares épisodes; pour arriver au seul fait important qui l'ait signalée depuis, il faut passer sans intermédiaire à l'époque actuelle.

Dans les derniers mois de 1846, les journaux commencèrent à s'occuper d'une découverte des plus singulières. Un chi-

miste de Bâle avait, disait-on, trouvé le moyen de transformer le coton en une substance jouissant de toutes les propriétés de la poudre. On avait fait à Bâle des expériences publiques qui ne pouvaient laisser aucune place au doute : avec une petite boulette de coton offrant l'aspect ordinaire, on avait chargé des armes et obtenu ainsi tous les effets explosifs de la poudre. On prêtait à cette substance nouvelle des propriétés merveilleuses : elle pouvait impunément être plongée dans l'eau et y séjourner très longtemps ; séchée, elle reprenait ses propriétés primitives, — elle brûlait sans fumée, — elle ne noircissait par les armes, — enfin, elle avait une force de ressort trois ou quatre fois supérieure à celle de la poudre ordinaire.

En matière de science, les dires des journaux politiques ne sont pas articles de foi ; cette annonce ne trouva qu'un médiocre crédit. Cependant le public fut contraint de prendre cette découverte au sérieux, quand on la vit franchir le seuil de l'Académie des sciences, et passer du journal à la tribune de l'Institut. Dans la séance du 5 octobre 1846, on donna lecture à l'Académie d'une lettre de M. Schönbein, auteur de l'invention annoncée. M. Schönbein exposait, dans sa lettre, les caractères de cette substance nouvelle, qu'il nommait *poudre-coton* (*Schiesvolle*) ; il précisait ses effets, indiquait les avantages particuliers de son emploi, et donnait la mesure de sa force balistique. M. Schönbein disait tout ; il n'oubliait qu'un point, c'était d'indiquer le procédé au moyen duquel on obtenait ce curieux produit ; il se réservait, pour en retirer un profit personnel, la possession de ce secret.

Je me souviens de l'impression que produisit la lecture de la lettre de M. Schönbein sur l'auditoire savant qui se presse aux séances de l'Académie. Quand on fut une fois bien certain de l'existence du fait, lorsqu'on apprit, à n'en plus douter, que le corps dont il était question n'était autre chose que du coton à peine modifié dans son aspect ordinaire, tous les gens du

métier, tous les chimistes qui se trouvaient là, devinèrent aussitôt le secret de l'inventeur. Au sortir de la séance, tout le monde avait compris que le nouvel agent n'était probablement autre chose qu'une modification ou une forme particulière de la *xyloïdine*, composé bien connu des chimistes, qui s'obtient en plongeant dans de l'acide azotique (eau forte) des matières ligneuses telles que du bois, du papier ou du coton. Dès le lendemain, tous les laboratoires de Paris se mirent en demeure de vérifier cette conjecture, et au bout de huit jours, on avait trouvé que pour préparer le coton-poudre, il suffit de plonger pendant quelques minutes du coton non cardé dans de l'acide azotique très concentré. Le secret de l'inventeur était devenu le secret de Paris (1).

Comment se fait-il qu'une découverte si soigneusement tenue cachée par son auteur ait pu être ainsi surprise et divulguée en quelques jours? C'est ce que l'on comprendra sans peine d'après l'histoire de la *xyloïdine*.

En 1832, M. Braconnot, chimiste de Nancy, découvrit que si l'on traite l'amidon par l'acide azotique très concentré, l'amidon entre en dissolution, et que si l'on ajoute alors de l'eau au mélange, il se précipite aussitôt un produit blanc, pulvérulent, qu'il désigna sous le nom de *xyloïdine*. Entre autres

(1) M. Morel, ingénieur civil, est le premier qui ait préparé du coton-poudre à Paris. Peu de jours après la lecture de la lettre de M. Schönbein à l'Académie, M. Morel montrait à Arago les effets de son *coton explosif* employé dans les armes. Mais cet ingénieur ne divulgua pas d'abord les moyens de préparer ce produit : dans la séance du **12** octobre **1846**, il se borna à adresser à l'Académie, dans un paquet cacheté, la description de son procédé pour lequel il avait pris un brevet d'invention. Ce n'est que plus d'un mois après, le 30 novembre 1846, qu'il donna à l'Académie communication de ce procédé. Mais à ce moment tout le monde à Paris préparait le coton-poudre : par son idée inopportune d'obtenir un brevet d'invention, M. Morel s'était privé de l'honneur d'avoir le premier fait connaître en France le produit découvert par M. Schönbein.

caractères, M. Braconnot reconnut à ce composé la propriété de brûler avec une certaine activité. M. Braconnot ne soumit point à l'analyse le produit nouveau qu'il avait découvert, il se contenta d'en étudier les caractères. En cela, il était fidèle à un système qu'il semble avoir adopté. En effet, M. Braconnot a fait en chimie organique des découvertes fondamentales, et toujours il s'est dispensé de leur appliquer le sceau de l'analyse élémentaire. C'est lui qui a trouvé le moyen de changer en sucre le bois et l'amidon par l'action de l'acide sulfurique, fait d'une nouveauté et d'une portée immenses, et qui est loin encore d'avoir donné tout ce qu'il promet à l'avenir des études chimiques. Il a compris le premier la véritable nature chimique des corps gras. Il a découvert la *pectine*, ce curieux composé qui se touve partout dans le monde végétal, et dont les transformations, quand elles seront étudiées d'une manière sérieuse, jetteront les plus utiles lumières sur les phénomènes intimes de la vie des plantes. Or, dans tous ces cas, M. Braconnot s'est passé du secours de l'analyse organique; il est arrivé à ces belles observations avec les seuls moyens de recherches que nous possédions il y a cinquante ans. Homme heureux! il a vu sortir de ses mains fécondes des découvertes d'une portée inattendue, et jamais il n'emprunta à la science du jour ses instruments ambitieux. Avait-il deviné que ce moyen si vanté de l'analyse organique tiendrait si mal, en fin de compte, les promesses de son début? Avait-il compris à l'avance qu'au lieu d'élever l'édifice tant annoncé de la chimie organique, il n'aboutirait qu'à jeter cette science naissante dans le dédale inextricable où elle s'égare de nos jours? C'est ce que nous n'essaierons pas de résoudre. Toujours est-il que M. Braconnot ne fit point l'analyse élémentaire du produit nouveau qu'il avait trouvé, et qu'il laissa à d'autres le soin et l'honneur de compléter son travail.

Le chimiste qui a repris et terminé l'étude de la xyloïdine

est M. Pelouze, savant bien connu par la précision de ses travaux et la prudence de ses vues. En 1838, M. Pelouze publia sur la xyloïdine un de ces mémoires corrects et achevés comme on les aime à l'Institut. Il fit le nombre voulu d'analyses organiques, fixa le poids atomique de ce composé, et établit sa formule, conformément aux principes en honneur à l'Académie. Mais, ce qui valait mieux encore, il fit une observation entièrement neuve et de laquelle la découverte de la poudre-coton devait nécessairement sortir. Il trouva que la xyloïdine peut se produire avec d'autres substances que l'amidon, et que si l'on plonge pendant quelques minutes du papier, des tissus de coton ou de lin, dans l'acide azotique concentré, ces matières se changent en xyloïdine et deviennent extrêmement combustibles.

Cependant M. Pelouze ne met aucun détour à convenir que la pensée ne lui vint pas d'employer dans les armes à feu, en guise de poudre, le coton ainsi traité. Tant simple soit-elle, cette idée ne se présenta pas à son esprit, et sa gloire, nous le croyons, n'y perdra pas grand'chose. Il entrevit néanmoins et il annonça que ces substances « seraient susceptibles de quelques applications, particulièrement dans l'artillerie. » Il remit même à un capitaine d'artillerie, M. Haquien, un échantillon de cette matière, en le priant d'examiner si l'on ne pourrait pas en tirer quelque parti. Mais ce dernier eut un tort dans cette affaire : il mourut, et M. Pelouze n'y songea pas davantage.

La xyloïdine était donc à peu près oubliée, et restait seulement au nombre des produits intéressants de laboratoire, lorsque M. Schönbein, professeur de chimie à Bâle, ayant eu à préparer de la xyloïdine, se servit, pour cette opération, de coton non cardé, et constata avec beaucoup de surprise que la xyloïdine ainsi obtenue jouissait d'une combustibilité extraordinaire; une boulette de ce coton azotique s'enflammait avec

autant de vivacité et de promptitude qu'un amas de poudre. De l'observation de ce fait à l'idée d'employer le coton azotique dans les armes en remplacement de la poudre, il n'y avait qu'un pas; de cette idée à son exécution, il n'y avait qu'un geste : M. Schönbein prit un fusil, fit le geste nécessaire, et la poudre-coton fut découverte. C'est ainsi que cet enfant de la chimie, perdu sur les rives de la Seine, fut heureusement retrouvé dans un canton de la Suisse allemande et produit aussitôt dans le monde par le savant honorable qui s'en était fait le parrain.

La découverte de la poudre-coton fut accueillie avec une faveur sans exemples. Aucune invention scientifique n'a occupé à ce point l'attention du public; pendant un mois on ne parla pas d'autre chose, et jamais on n'avait entendu dans les salons et dans les cercles s'agiter tant de savantes questions.

Cet empressement contrastait beaucoup avec l'accueil fait à la découverte nouvelle par les savants spéciaux sur la matière. Ceux-ci n'avaient qu'un mépris superbe pour cette *poudre de salon*. Il existe au ministère de la guerre un comité chargé d'étudier toutes les questions nouvelles qui intéressent l'artillerie. J'ignore comment ce comité remplit habituellement sa tâche, mais il est certain qu'il prit dans cette circonstance une singulière attitude. En principe, il était rempli d'un dédain suprême pour les personnes qui avaient la prétention de traiter des questions pareilles sans toutes les notions indispensables du métier, et quand on parlait de la poudre-coton au comité d'artillerie, le comité d'artillerie haussait les épaules. Le colonel Piobert et le colonel Morin, qui représentent à l'Institut l'artillerie savante, arrivaient tous les lundis à l'Académie avec les notes les plus accablantes pour cette innocente invention, qui n'avait eu d'autre tort que de naître et de grandir loin de la sphère de l'administration officielle. Ils gourmandaient l'ignorance et la crédulité du public, ils nous renvoyaient dédaigneusement aux vieilles expériences de Réaumur et de Rumfort.

Enfin, ils faisaient eux-mêmes des essais avec des produits mal préparés, et apportaient à l'Académie leurs résultats négatifs avec un très visible sentiment de bonheur. Je n'ai jamais bien compris quel genre de satisfaction ces messieurs pouvaient ressentir alors. Les *Comptes rendus de l'Académie* ont même imprimé une note précieuse sous ce rapport, et que je recommande d'une manière spéciale à l'auteur futur du livre qui reste à faire sur les *encouragements accordés aux découvertes nouvelles.* Voici le passage le plus curieux de la note de MM. Piobert et Morin :

« Malgré le vague des renseignements transmis jusqu'à ce jour sur les effets de la poudre-coton, ou coton azoté, ainsi que le désigne M. Pelouze, auquel on doit la connaissance de cette matière, vague qui ferait même douter de ses propriétés balistiques, l'artillerie n'en a pas moins étudié cette substance. Les essais qui ont été exécutés ont montré que ce coton, contrairement à ce qui avait été annoncé, donnait ordinairement un résidu formé d'eau et de charbon ; que sa combustion ne donnait pas lieu à un très grand développement de chaleur ; qu'elle produisait peu de gaz, à tel point qu'il s'échappait quelquefois en totalité par la lumière et par le vent du projectile sans le déplacer ; que le volume des charges les plus faibles était en général très considérable et excédait celui qu'il est convenable d'affecter à la charge des armes à feu. » Les auteurs concluent que « cette singulière substance » ne paraît nullement propre à remplacer la poudre à canon (1).

Ainsi, selon MM. Piobert et Morin, la poudre-coton n'avait aucune force explosive, les gaz s'échappaient par la lumière et par le vent du projectile sans le déplacer. Or on sait aujourd'hui que l'inconvénient du coton-poudre n'est point son défaut de force explosive, mais, tout au contraire, une puissance de ressort tellement considérable, qu'il est difficile de la contenir et de la régulariser pour son emploi dans les armes.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 1846, 2e semestre, p. 811.

Une autre circonstance curieuse de l'histoire de la poudre-coton, c'est la résistance obstinée que mit M. Schönbein à avouer sa défaite. Tout le monde préparait du coton-poudre, la fabrication de ce produit existait déjà sur une échelle assez étendue, on discutait les frais probables de l'opération industrielle, M. Schönbein persistait encore à tenir son procédé secret. Le 13 novembre 1846, il écrivait de Bâle la lettre suivante au journal le *Times :*

« Des chimistes ont déclaré que mon fulmi-coton ou coton-poudre était la même chose que la xyloïdine de Braconnot et de Pelouze, et l'autre jour la même opinion a été exprimée dans l'Académie française des sciences. J'ai plus d'une raison de nier l'exactitude de cette assertion. La déclaration d'un fait très simple suffira pour prouver ce que j'avance. La xyloïdine de Pelouze est, conformément aux déclarations de ce chimiste distingué, facilement soluble dans l'acide acétique formant avec ce dernier une sorte de vernis. Cet acide n'a pas la moindre action sur le coton-poudre, quelque long temps et à quelque température que les deux substances soient tenues en contact l'une avec l'autre. Le coton-poudre montre tout son volume et sa force d'explosion, après avoir été traité par cet acide pendant des heures entières. Il existe en outre d'autres différences entre mon coton et la xyloïdine de Pelouze. Je les ferai connaître en temps utile. »

Mais on laissait dire le pauvre inventeur qui voyait son secret lui échapper, et ne savait pas en prendre son parti.

Heureusement pour les intérêts de M. Schönbein, l'Allemagne a fait de cette question une affaire d'amour-propre national. M. Bœttger, de Francfort-sur-le-Mein, qui avait l'un des premiers pénétré le secret de M. Schönbein, s'était associé à lui pour l'exploitation du nouveau produit. La diète germanique, afin de constater les droits du pays à cette découverte, a accordé, comme récompense, aux deux associés, une somme de 260,000 francs. Dès lors M. Schönbein a pu parler. Il va sans dire que ce qu'il nous a appris touchant la poudre-coton

est parfaitement conforme à tout ce que l'on avait annoncé et écrit depuis six mois.

CHAPITRE VI.

Propriétés et effets explosifs du coton-poudre. — Comparaison de ses effets et de ceux de la poudre ordinaire. — Ses avantages et ses dangers. — Son avenir. — Applications diverses du coton-poudre.

Comme toutes les inventions sérieuses, la poudre-coton a eu ses partisans et ses détracteurs passionnés. Une connaissance imparfaite des effets généraux des matières explosives avait fait naître des espérances exagérées, les préventions et la routine ont provoqué une résistance aveugle. Il est fort difficile de se prononcer aujourd'hui entre des assertions contradictoires, dans lesquelles, de part et d'autre, la vérité ne se montre que par un bout. Aussi, dans le public et parmi les savants règne-t-il encore une grande incertitude sur la valeur réelle de la poudre-coton et sur les avantages ou les inconvénients de son emploi dans les armes. On avait attaché d'abord beaucoup d'importance à cette question, et dès l'origine de la découverte, une commission composée d'ingénieurs, de membres de l'Institut et d'officiers supérieurs d'artillerie, fut instituée pour l'étudier d'une manière approfondie; le duc de Montpensier, qui avait particulièrement pris l'entreprise à cœur, eut une part active à ses premiers travaux. Par malheur, l'empressement et la promptitude sont, comme on le sait, les moindres défauts des commissions officielles; le gouvernement et le public attendent encore à l'heure qu'il est l'arrêt définitif de la commission du coton-poudre. Comme il serait évidemment un peu long d'attendre le bon plaisir de nos savants officiels, nous allons

faire connaître l'état présent de cette question ; il nous suffira, pour cela, d'établir d'une manière précise, d'après les faits connus jusqu'à ce moment, les avantages et les inconvénients principaux que présente le coton-poudre relativement à son emploi dans les armes.

Toutefois, disons d'abord un mot du procédé qui sert à obtenir ce produit. Le coton-poudre se prépare avec une simplicité et une promptitude extraordinaires. Toute l'opération consiste à plonger du coton non cardé dans de l'acide azotique très concentré. Seulement, comme l'acide azotique très concentré est un produit assez cher, on a eu l'idée d'employer l'acide ordinaire du commerce en y ajoutant de l'acide sulfurique. Ce dernier, qui est extrêmement avide d'eau, s'empare de l'eau excédante de l'acide azotique, et le concentre ainsi sur place et à peu de frais. Les meilleures proportions de ce mélange ont été indiquées par M. Meynier, de Marseille ; elles sont de trois volumes d'acide azotique ordinaire pour cinq volumes d'acide sulfurique à 66 degrés. On fait donc le mélange de ces deux acides, et on l'abandonne quelque temps à lui-même pour laisser dissiper la chaleur qu'il a dégagée. On plonge ensuite dans le liquide le coton non cardé, tel qu'on le trouve dans le commerce. Après douze ou quinze minutes de séjour dans ce bain, on retire le coton avec une baguette de verre ; on le comprime pour faire écouler l'acide en excès, et on le lave à grande eau, jusqu'à ce qu'il n'ait plus ni odeur ni saveur. Il ne reste qu'à le sécher en l'exposant à l'air libre, à la température ordinaire. 100 parties de coton donnent ordinairement 172 parties de coton fulminant. Le papier, traité de la même manière, fournit un produit identique par ses propriétés avec le précédent.

Le *pyroxyle*, tel est le nom scientifique qui a été imposé au coton-poudre et aux substances analogues, est un produit éminemment et essentiellement combustible ; une étincelle

l'enflamme, le choc d'un lourd marteau suffit quelquefois pour le faire détoner. On s'explique aisément cet effet quand on connaît sa composition chimique. Le pyroxyle est une combinaison de la matière organique qui constitue le coton avec les éléments de l'acide azotique. Le coton et les matières végétales de la même espèce sont déjà des corps assez combustibles par eux-mêmes; en brûlant ils donnent naissance à des produits gazéiformes, l'acide carbonique et la vapeur d'eau. Mais le coton ne renferme pas assez d'oxygène pour brûler complétement; il reste toujours, comme on le sait, après sa combustion, un résidu assez abondant de charbon. Dans le pyroxyle, au contraire, l'acide azotique combiné avec le coton fournit à celui-ci tout l'oxygène nécessaire à sa combustion complète, et comme d'ailleurs l'acide azotique, lorsqu'il se décompose, donne lui-même naissance à des produits gazeux, il résulte de ces deux effets réunis que le pyroxyle, en brûlant, se transforme totalement en fluides élastiques. Ce composé réunit donc toutes les conditions nécessaires pour constituer une poudre explosive: une matière solide se réduisant instantanément en gaz. Nous donnerons une idée de la masse énorme de gaz qui se forme dans cette circonstance en disant que, d'après des expériences directes, un volume de coton-poudre produit en brûlant huit mille volumes de gaz. Dans les mêmes circonstances, la poudre ordinaire produit seulement quatre mille volumes de fluides élastiques. On comprend, d'après cela, la possibilité de consacrer le pyroxyle aux usages ordinaires de la poudre.

Les avantages que présente le pyroxyle dans les armes à feu sont faciles à résumer.

La poudre-coton n'est pas altérée par l'eau; on peut l'abandonner longtemps à l'air humide sans qu'elle perde sensiblement de sa force explosive; on peut la plonger dans l'eau et l'y laisser séjourner, on lui rend en la séchant ses qualités ordinaires. Ainsi, dans un cas d'incendie à bord d'un navire ou

dans les bâtiments d'un arsenal, on pourrait noyer les poudres, et les retrouver ensuite avec leurs propriétés primitives.

Le pyroxyle n'attaque pas, ne salit pas les armes, qui, après quarante coups, sont aussi propres qu'auparavant ; il ne laisse point, comme on l'avait dit, les armes humides, par suite de la production d'eau qui accompagne sa combustion : la chaleur produite est si considérable, que tous les produits volatils sont chassés du canon.

Le coton-poudre brûle sans fumée et sans odeur. On a déjà tiré parti de cette propriété sur plusieurs théâtres d'Allemagne, où l'on en fait usage pour les pièces à combat, à la grande satisfaction du public, des acteurs et surtout des chanteurs. Dans les armées, cette propriété du pyroxyle aurait à la fois des inconvénients et des avantages ; la fumée de la poudre ne masquant plus les hommes, la justesse du tir serait assurée, mais les batailles en deviendraient infiniment plus meurtrières. J'ai entendu des marins prétendre qu'à bord des navires, l'usage de la poudre-coton rendrait les combats entièrement impossibles, attendu qu'au bout d'une heure d'engagement, les deux vaisseaux ennemis seraient, chacun de son côté, mis en pièces.

La fabrication du pyroxyle ne présente aucun danger. Les accidents qui ont été signalés aux premières époques de la découverte tenaient uniquement à ce que l'on desséchait la matière à l'aide de la chaleur. Or comme il n'y a aucune espèce d'avantage à sécher le coton-poudre en élevant sa température, et qu'en élevant sa température on s'expose à amener son explosion, on se contente aujourd'hui de le sécher dans un courant d'air à la température ordinaire. Grâce à cette précaution bien simple, la préparation du pyroxyle est beaucoup moins dangereuse que celle de la poudre ordinaire. Le pyroxyle présente en outre dans sa fabrication l'avantage d'une rapidité

excessive ; une semaine suffirait pour approvisionner de munitions une armée de cent mille hommes.

Quant au prix de revient, il résulte des données fournies en 1849 par M. Meynier, de Marseille, que la poudre-coton pourrait s'obtenir à un prix qui n'est pas extrêmement supérieur à celui de la poudre ordinaire. D'après les résultats d'une fabrication exécutée sur une grande échelle, M. Meynier offrait au gouvernement de lui fournir, avec bénéfice pour le fabricant, du coton-poudre à cinq francs le kilogramme. La poudre de guerre revient dans les poudreries nationales à un franc trente-cinq centimes le kilogramme ; mais comme le pyroxyle produit dans les armes un effet explosif triple de celui de la poudre, et que, par conséquent, pour obtenir un résultat donné il faut employer trois fois moins de pyroxyle que de poudre, on voit que le prix de revient de la poudre s'établit ainsi comparativement à quatre francs le kilogramme. Dans l'état actuel des choses, il n'y aurait donc qu'une différence de un franc entre les deux matières, différence considérable sans doute, mais qui probablement, à la suite d'une fabrication longue et régulière, finirait par s'effacer.

Nous venons d'avancer que l'effet explosif du pyroxyle est triple de celui de la poudre. Tel est, en effet, assez sensiblement le rapport qu'ont fourni les expériences comparatives exécutées sur ces deux substances. M. le capitaine Suzanne et M. de Mézières, élève-commissaire des poudres et salpêtres, ont établi que cinq grammes de poudre-coton produisent sur une balle de fusil le même effet que treize à quatorze grammes de poudre à mousquet ordinaire. Ces expériences, variées et étendues par MM. Piobert et Morin, ont donné à peu près les mêmes résultats.

Le pyroxyle offre, sous le rapport de l'économie, des avantages incontestables pour les travaux des mines. MM. Combes et Flandin ont trouvé qu'il produit un effet cinq à six fois plus

considérable que la poudre ordinaire de mine dans le *tirage* de la plupart des roches (1). L'emploi de la poudre-coton dans les mines a paru d'abord présenter un inconvénient particulier : sa combustion s'accompagne de la formation de gaz oxyde de carbone, et la présence de ce gaz est doublement fâcheuse en ce qu'il est vénéneux et inflammable. Mais M. Combes a trouvé qu'en ajoutant au pyroxyle 8 à 10 pour 100 de salpêtre, on s'oppose à la production du gaz oxyde de carbone, qui se trouve brûlé par l'oxygène du salpêtre et changé en acide carbonique. La force explosive du pyroxyle en est d'ailleurs notablement accrue, car il présente dès lors une puissance sept à huit fois plus considérable, à poids égal, que la poudre de mine.

Tels sont les avantages qui se rattachent à l'emploi du coton-poudre ; considérons maintenant le côté inverse de la question.

Les inconvénients que présente l'usage du pyroxyle peuvent se résumer en deux mots : sa force explosive est trop considérable, sa conservation est difficile, et ces deux inconvénients ont chacun une gravité qu'il est impossible de méconnaître.

Pour qu'une poudre puisse s'employer avec une entière

(1) Il est certain, d'après ce résultat, que lorsque le gouvernement voudra remplacer la poudre de mine par le pyroxyle, il pourra réaliser une économie de plus de trois millions par an. C'est ce qu'il est facile d'établir. On consomme chaque année en France, très approximativement, trois millions de kilogrammes de poudre de mine. Cette poudre, bien qu'elle ne coûte en frais de fabrication que un franc vingt centimes le kilogramme, revient cependant à l'État, au moment où elle arrive aux mains du consommateur, à très peu de chose près ce que celui-ci la paie, c'est-à-dire deux francs. C'est donc sensiblement six millions que coûte cette poudre. En se fondant sur la donnée rapportée plus haut relativement à la force explosive du pyroxyle (et cette évaluation est plutôt atténuée qu'exagérée), il ne faudrait que six cent mille kilogrammes de pyroxyle pour produire le même effet que les trois millions de kilogrammes de poudre de mine. Or ces six cent mille kilogrammes de pyroxyle reviendraient au plus, à l'État, à deux millions quatre cent mille francs. Il y aurait donc pour le gouvernement un bénéfice de trois millions six cent mille francs à adopter le pyroxyle pour l'exploitation des mines et des carrières.

sécurité dans les armes, il faut qu'elle ne brûle pas trop vite. Quelle que soit, d'une manière relative, la rapidité de l'inflammation de la poudre dont nous faisons communément usage, il est facile de montrer par l'expérience, que, pendant sa combustion, sa masse entière ne s'embrase point à la fois, mais que toujours elle brûle de place en place, et pour ainsi dire couche par couche. Il résulte de là que les gaz qui proviennent de cette combustion ne sont pas brusquement et instantanément formés, mais qu'au contraire ils prennent naissance d'une manière graduelle et successive. Dès lors, tout leur effet se porte sur le projectile et n'exerce sur les parois de l'arme aucune action destructive. Tel n'est pas, malheureusement, le mode de combustion du coton-poudre. Comme le pyroxyle n'est pas un simple mélange de matières inflammables, mais une véritable combustion, il s'embrase tout entier dans un espace de temps presque indivisible; or, cette excessive rapidité d'inflammation, qui fait sa supériorité comme agent balistique, constitue précisément ses dangers. Avec des charges ordinaires, son usage n'offre aucun inconvénient, mais si l'on dépasse les limites nécessaires pour une arme donnée, il peut arriver que l'arme éclate entre les mains, ou qu'elle souffre au bout de peu de temps des dégradations sérieuses. Au mois de janvier 1849, M. Morin a communiqué à l'Académie des sciences des faits dont la portée, sous ce rapport, semble très grave. Il a parlé des fusils de munition et de bouches à feu mises hors de service par des charges de coton-poudre qui ne dépassaient pas de beaucoup les limites ordinaires. L'auteur de ces expériences a trop de crédit en pareille matière pour que son témoignage puisse être contesté; on peut cependant faire observer à cet égard que Berzelius, dans le dernier de ses *Rapports annuels*, en parlant du coton-poudre, assure qu'en Suède, ni en Angleterre il n'a jamais occasionné d'accidents. Les faits signalés par M. Morin paraissent donc réclamer un

examen nouveau, et quand la commission du coton-poudre voudra bien nous communiquer ses conclusions définitives, elle aura résolu une question dont la solution prompte et entière touche à des intérêts bien divers.

La difficulté de conserver le pyroxyle est un fait grave et nouveau sur lequel M. Maurey, directeur de la poudrerie du Bouchet, a récemment appelé l'attention. Le pyroxyle semble, jusqu'à ce moment, un produit peu stable; ses éléments paraissent avoir une tendance particulière à se dissocier; de là des altérations diverses et un commencement de décomposition dans les produits conservés un certain temps. D'après M. Maurey, la poudre-coton placée dans un lieu bien sec, et tenue dans des barils fermés à l'abri de l'action de l'air, présente néanmoins, au bout de huit à dix mois, des signes d'altération. La masse s'est humectée, elle répand une odeur piquante, elle s'est ramollie et quelquefois presque réduite en pâte. Cette décomposition peut s'accompagner d'un dégagement de chaleur, et s'il arrive que la masse en travail soit considérable, l'échauffement peut aller au point de provoquer son inflammation. Telle est probablement, selon M. Maurey, la cause de l'explosion arrivée à Vincennes le 25 mars 1847 et le 2 août de la même année.

C'est sans doute un fait du même genre qui amena la catastrophe arrivée, le 17 juillet 1848, à la poudrerie du Bouchet. On avait préparé, au Bouchet, seize cents kilogrammes de poudre-coton, et quatre ouvriers étaient occupés à l'enfermer dans des barils, lorsque, sans cause connue, le magasin sauta. Les désastres furent effroyables. Les quatre ouvriers occupés à emmagasiner le coton-poudre furent tués, trois autres blessés. Le bâtiment, dont les murs avaient, les uns un mètre, et les autres cinquante centimètres d'épaisseur, fut détruit de fond en comble; il se forma à sa place une excavation de seize mètres de diamètre sur quatre de profondeur. Toutes les douves

et tous les cercles des barils, où le pyroxyle était enfermé, avaient entièrement disparu, comme s'ils eussent été volatilisés. Toutes les pièces de bois de la construction étaient brisées. Cent soixante-quatre arbres situés aux environs étaient complétement emportés ou coupés, les uns ras de terre, les autres à diverses hauteurs; les plus voisins étaient dépouillés de leur écorce et divisés jusqu'aux racines en longs filaments. Jusqu'à trois cents mètres environ, on retrouva une ligne de matériaux placés par ordre de densité, les pièces de bois le plus près, ensuite les pierres, enfin plus loin les débris de fer.

Nous avons scrupuleusement et impartialement exposé les inconvénients et les avantages qui se rattachent à l'emploi du coton-poudre. Quelle conclusion tirer de ces faits? Faut-il croire que cette découverte, accueillie à son origine avec tant d'intérêt et d'admiration, soit destinée à s'ensevelir dans l'oubli? Faut-il penser qu'après avoir éveillé tant d'espérances, elle n'aura créé pour nous que des dangers sans nous laisser quelques avantages en échange? Cette question, grave et complexe, impose nécessairement une réserve extrême. Il nous semble cependant que, même dans l'état présent des choses, le pyroxyle présente une série d'avantages de nature à mériter l'attention. Une poudre inattaquable par l'eau, — de propriétés et de composition constantes, — qui ne souille ni la main, ni les vêtements, ni les armes, — trois fois plus légère à transporter que l'ancienne poudre, puisqu'elle est trois fois plus puissante, — susceptible de subir, sans la moindre altération, les voyages par mer, — une poudre qu'on peut inonder dans un arsenal ou dans la cale d'un navire et retrouver plus tard intacte, l'emporte assurément sous bien des rapports, sur l'ancienne poudre, qui souille les mains, qui noircit les armes, que l'air humide altère, que l'eau détruit sans retour.

La supériorité du coton-poudre pour l'usage des mines et le tirage des rochers paraît d'ores et déjà à peu près établie.

En 1847, le duc de Montpensier et le général Tugnot de Lanoye, directeur des poudres et salpêtres, avaient formé le projet d'établir plusieurs ateliers de fabrication de pyroxyle pour le tirage des roches; la révolution de février retarda l'exécution de ce projet, qui, nous l'espérons, sera repris et permettra de décider la question d'une manière définitive.

Quant à l'emploi de la poudre-coton dans les armes, il est certain qu'il existe ici des difficultés sérieuses; cependant elles ne sont peut-être pas assez graves pour faire abandonner les espérances conçues. Une étude approfondie et persévérante des faits nouveaux que ces questions soulèvent pourra fournir un jour les moyens de modérer, de retarder, de régulariser l'explosion du pyroxyle, comme aussi de modifier sa préparation de manière à éviter le fâcheux phénomène de sa décomposition spontanée. Que les hommes du métier, que les savants compétents prennent en main l'étude de ce problème, et sans doute quelque solution heureuse viendra couronner et récompenser leurs efforts. Il ne faut pas l'oublier, en effet, la découverte du coton-poudre date de neuf ans à peine. Qu'est-ce qu'un intervalle de neuf années pour le perfectionnement des inventions humaines? N'a-t-il pas fallu quatre siècles pour faire de la poudre actuelle l'agent puissant et sûr que nous connaissons? D'ailleurs, de nos jours, après tant de travaux, d'expériences, d'innombrables essais, malgré les précautions inouïes dont on s'environne, peut-on dire avec certitude que notre poudre à canon présente dans ses effets une sécurité absolue? L'existence d'une poudrière aux abords de nos villes n'est-elle pas pour les populations la cause d'invincibles terreurs, la source de perpétuelles alarmes? Des événements formidables ne viennent-ils pas, par intervalles, justifier et redoubler ces craintes? Quand la poudre manque de densité ou que son grain est trop fin, elle fait éclater les armes, et le même effet se produit si l'on outre-passe par mégarde les limites de la charge.

En 1826, quand l'artillerie voulut substituer aux poudres des pilons des poudres plus énergiques, on crevait les bouches à feu. Cette sécurité tant vantée de notre poudre à canon a donc aussi ses limites, et, dans tous les cas, elle est de date fort récente. Il a fallu quatre siècles pour dompter la poudre à canon, et l'on s'étonne aujourd'hui que quelques années n'aient pas suffi pour maîtriser le coton-poudre, qui jouit d'une puissance triple! Pour décider en dernier ressort ces questions capitales, invoquons de plus saines, de moins exclusives notions; défions-nous des entraînements d'un enthousiasme irréfléchi, mais aussi tenons-nous en garde contre l'aveuglement de préventions injustes fondées sur la tyrannique puissance de la routine et des habitudes. Recherchons avec sincérité le secours et l'infaillible témoignage de la science, et sachons accepter sans arrière-pensée systématique ce qui se présente à nous avec les dehors incontestables du progrès.

Un dernier trait terminera l'histoire du produit intéressant qui vient de nous occuper. Dans les premiers temps de sa découverte, la poudre-coton avait provoqué dans le public un extrême engouement; à cette époque, elle était bonne à tout. Rappelons en quelques mots les diverses applications de ce nouvel agent, qui furent alors essayées avec plus ou moins de succès.

Quelques mécaniciens voulurent tirer parti de la prompte transformation du coton-poudre en fluide gazeux, pour soulever le piston des machines : les gaz produits par la combustion auraient remplacé la vapeur comme agent mécanique. Mais il n'était pas difficile de prévoir que la production des gaz, pendant l'inflammation du pyroxyle, est trop brusque pour être utilisée commodément et avec sécurité : l'explosion des machines mit fin aux expériences.

Les matières alimentaires renferment une assez forte proportion d'azote; or, le pyroxyle est un corps azoté. Cette ana-

logie parut suffisante à deux de nos savants pour rechercher si le coton-poudre ne pourrait pas être employé comme substance alimentaire. L'idée était étrange et assez mal venue de la part de physiologistes mieux familiarisés d'ordinaire avec les lois de la nutrition. Cependant, l'Académie fut instruite par un mémoire *ad hoc* qu'on avait réussi à nourrir des chiens avec le pyroxyle. Seulement, les auteurs de l'expérience ajoutent ingénument qu'ils ont favorisé l'action nutritive du coton-poudre par l'administration simultanée d'une certaine quantité de riz : les adjuvants sont de bonne guerre.

M. Pelouze a proposé d'appliquer le pyroxyle à la fabrication des amorces fulminantes ; la substitution de ce produit au fulminate de mercure aurait eu pour résultat d'éviter les dangers épouvantables dont s'accompagne la fabrication des amorces par les procédés actuels. Le pyroxyle obtenu avec des tissus très serrés de lin, de chanvre et de coton, détone aisément par le choc, et si l'on coupe de petites rondelles de ces tissus, et qu'on les place au fond de capsules de cuivre, on obtient des amorces dont la détonation est fort énergique. Cependant, cette application du coton-poudre n'a pas jusqu'ici donné de bons résultats aux praticiens qui l'ont essayée. Les effets des capsules pyroxyliques sont irréguliers ; en outre, les armes sont attaquées par suite de la formation d'un produit acide, l'acide azoteux, qui prend, dit-on, naissance quand le pyroxyle brûle à l'air libre.

Le coton-poudre paraît devoir fournir des résultats plus avantageux dans son application à la pyrotechnie. Des papiers préparés comme le coton-poudre, et trempés ensuite dans des dissolutions d'azotate de strontiane, de sulfate de cuivre ou d'azotate de baryte, produisent de très beaux feux rouges, verts et blancs. On a aussi fait des essais avec des pyroxyles obtenus à bas prix au moyen de la paille, de la sciure de bois ou de matières végétales analogues. L'immersion de ces produits ful-

minants dans ces dissolutions salines a l'avantage de retarder leur inflammation, de donner plus de durée à la combustion, et de favoriser par conséquent les divers effets que l'artificier cherche à produire.

Un étudiant en médecine des États-Unis a fait du coton-poudre une application assez inattendue ; il s'en est servi pour le pansement des plaies, et voici comment. Le coton-poudre est soluble dans l'éther sulfurique : cette dissolution éthérée porte le nom de *collodion* ; c'est la substance dont nous avons parlé avec quelques détails à propos de son emploi dans la photographie sur papier. Or M. Maynard, de Boston, a trouvé que le collodion constitue une sorte de vernis qui jouit d'une force d'adhésion très remarquable ; appliqué sur la peau, ce vernis adhère avec beaucoup de force à sa surface, et résiste parfaitement à l'action de l'eau et des humeurs. Un morceau de toile de 4 centimètres de largeur, recouvert de *collodion*, et appliqué sur le creux de la main, supporte sans se décoller un poids de quinze kilogrammes ; la toile se rompt plutôt que de se détacher.

Les chirurgiens américains se sont servis les premiers du *collodion* pour le pansement des plaies. On rapproche les lèvres de la plaie, et au moyen d'un pinceau on les couvre d'une couche de collodion ; par suite de la dessiccation, la réunion des deux bords est parfaitement établie. La contraction que la matière éprouve en séchant resserre les lèvres de la blessure plus fortement et d'une manière plus égale que ne pourrait le faire tout autre moyen contentif. La plaie est parfaitement préservée de l'air, la transparence de l'enduit permet de voir à travers et de juger de l'état des parties sous-jacentes ; enfin son insolubilité dans l'eau donne au chirurgien la faculté de laver sans rien détacher. L'usage du collodion s'est répandu ensuite en Angleterre et en France ; M. Malgaigne l'a le premier adopté parmi nous. On se sert, d'après son conseil, de bandelettes trempées dans le collodion, ce qui donne plus de solidité à

l'appareil. Aujourd'hui, l'emploi de la dissolution éthérée du coton-poudre est devenu habituel dans nos hôpitaux.

Ainsi, comme la lance d'Achille, la poudre-coton peut guérir les blessures qu'elle a causées. Si donc, contre toute attente probable, il fallait un jour définitivement renoncer à consacrer le coton-poudre à l'usage des armes à feu, sa découverte ne serait pas encore restée absolument stérile, puisqu'elle aurait au moins servi à étendre les ressources de l'art chirurgical. Destiné dans l'origine à devenir un instrument de destruction, ce singulier produit aurait plus pacifiquement terminé sa carrière en prenant place parmi les salutaires moyens de la chirurgie moderne. Et trop heureuse l'humanité, si tant d'inventions meurtrières, créées pour semer autour de nous le deuil et les funérailles, se trouvaient, par quelque revirement subit, heureusement transformées en autant de baumes bienfaisants propres à panser nos blessures et à calmer nos douleurs!

NOTES.

NOTES.

NOTE I.

VOYAGE AÉRIEN DE PILATRE DES ROZIERS ET DU MARQUIS D'ARLANDES.

Relation du marquis d'Arlandes.

Nous sommes partis du jardin de la Muette à une heure cinquante-quatre minutes. La situation de la machine était telle, que M. Pilâtre des Roziers était à l'ouest et moi à l'est; l'aire du vent était à peu près nord-ouest. La machine, dit le public, s'est élevée avec majesté; mais il me semble que peu de personnes se sont aperçues qu'au moment où elle a dépassé les charmilles, elle a fait un demi-tour sur elle-même; par ce changement, M. Pilâtre s'est trouvé en avant de notre direction, et moi, par conséquent, en arrière.

Je crois qu'il est à remarquer que, dès ce moment jusqu'à celui où nous sommes arrivés, nous avons conservé la même position par rapport à la ligne que nous avons parcourue. J'étais surpris du silence et du peu de mouvement que notre départ avait occasionnés parmi les spectateurs; je crus qu'étonnés, et peut-être effrayés de ce nouveau spectacle, ils avaient besoin d'être rassurés. Je saluai du bras avec assez peu de succès; mais ayant tiré mon mouchoir, je l'agitai, et je m'aperçus alors d'un grand mouvement dans le jardin de la Muette. Il m'a semblé que les spectateurs, qui étaient épars dans cette enceinte, se réunissaient en une seule masse, et que, par un mouvement involontaire, elle se portait pour nous suivre, vers le mur, qu'elle semblait regarder comme le seul obstacle qui nous séparait. C'est dans ce moment que M. Pilâtre me dit :

— Vous ne faites rien, et nous ne montons guère.

— Pardon, lui répondis-je.

Je mis une botte de paille; je remuai un peu le feu, et je me retournai bien vite, mais je ne pus retrouver la Muette. Étonné, je jetai un regard sur le cours de la rivière : je la suis de l'œil; enfin, j'aperçois le confluent de l'Oise. Voilà donc Conflans; et nommant les autres principaux coudes de la rivière par le nom des lieux les plus voisins, je dis Poissy, Saint-Germain, Saint-Denis, Sèvres, donc je suis encore à Passy ou à Chaillot; en effet, je regardai par l'intérieur de la machine, et j'aperçus sous moi la Visitation de Chaillot. M. Pilâtre me dit en ce moment :

— Voilà la rivière, et nous baissons.

— Eh bien! mon cher ami, du feu.

Et nous travaillâmes. Mais au lieu de traverser la rivière, comme semblait l'indiquer notre direction, qui nous portait sur les Invalides, nous longeâmes l'île des Cygnes; nous rentrâmes sur le principal lit de la rivière, et nous la remontâmes jusqu'au-dessus de la barrière de la Conférence. Je dis à mon brave compagnon :

— Voilà une rivière qui est bien difficile à traverser.

— Je le crois bien, me répondit-il, vous ne faites rien.

— C'est que je ne suis pas si fort que vous, et que nous sommes bien.

Je remuai le réchaud, je saisis avec une fourche une botte de paille, qui, sans doute trop serrée, prenait difficilement; je la levai, la secouai au milieu de la flamme. L'instant d'après, je me sentis enlever comme par-dessous les aisselles, et je dis à mon cher compagnon :

— Pour cette fois, nous montons.

— Oui, nous montons, me répondit-il sorti de l'intérieur, sans doute pour faire quelques observations.

Dans cet instant, j'entendis, vers le haut de la machine, un bruit qui me fit craindre qu'elle n'eût crevé. Je regardai, et je ne vis rien. Comme j'avais les yeux fixés au haut de la machine, j'éprouvai une secousse, et c'était alors la seule que j'eusse ressentie.

La direction du mouvement était de haut en bas.

Je dis alors :

— Que faites-vous? Est-ce que vous dansez?

— Je ne bouge pas.

— Tant mieux, dis-je ; c'est enfin un nouveau courant qui, j'espère, nous sortira de la rivière.

En effet, je me tourne pour voir où nous étions, et je me trouvai entre l'École militaire et les Invalides, que nous avions déjà dépassés d'environ 400 toises. M. Pilâtre me dit en même temps :

— Nous sommes en plaine.

— Oui, lui dis-je, nous cheminons.

— Travaillons, me dit-il, travaillons.

J'entendis un nouveau bruit dans la machine, que je crus produit par la rupture d'une corde.

Ce nouvel avertissement me fit examiner avec attention l'intérieur de notre habitation. Je vis que la partie qui était tournée vers le sud était remplie de trous ronds, dont plusieurs étaient considérables. Je dis alors :

— Il faut descendre.

— Pourquoi ?

— Regardez, dis-je.

En même temps je pris mon éponge ; j'éteignis aisément le peu de feu qui minait quelques-uns des trous que je pus atteindre ; mais m'étant aperçu qu'en appuyant pour essayer si le bas de la toile tenait bien au cercle qui l'entourait, elle s'en détachait très facilement, je répétai à mon compagnon : — Il faut descendre.

Il regarda sous lui, et me dit :

— Nous sommes sur Paris.

— N'importe, lui dis-je.

— Mais voyons, n'y a-t-il aucun danger pour vous ? êtes-vous bien tenu ?

— Oui.

J'examinai de mon côté, et j'aperçus qu'il n'y avait rien à craindre. Je fis plus, je frappai de mon éponge les cordes principales qui étaient à ma portée ; toutes résistèrent, il n'y eut que deux ficelles qui partirent. Je dis alors : — Nous pouvons traverser Paris.

Pendant cette opération, nous nous étions sensiblement approchés des toits ; nous faisons du feu, et nous nous relevons avec la plus grande facilité. Je regarde sous moi, et je découvre parfaitement les Missions Étrangères. Il me semblait que nous nous dirigions vers les tours de Saint-Sulpice, que je pouvais apercevoir par l'étendue du diamètre de notre ouverture. En nous relevant, un courant d'air nous fit quitter cette direction pour nous porter

vers le sud. Je vis, sur ma gauche, une espèce de bois que je crus être le Luxembourg.

Nous traversâmes le boulevard, et je m'écrie :

— Pour le coup, pied à terre.

Nous cessons le feu ; l'intrépide Pilâtre, qui ne perd point la tête, et qui était en avant de notre direction, jugeant que nous donnions dans les moulins qui sont entre le petit Gentilly et le boulevard, m'avertit. Je jette une botte de paille en la secouant pour l'enflammer plus vivement ; nous nous relevons, et un nouveau courant nous porte un peu sur la gauche. Le brave des Roziers me crie encore :

— Gare les moulins !

Mais mon coup d'œil fixé par le diamètre de l'ouverture me faisant juger plus sûrement de notre direction, je vis que nous ne pouvions pas les rencontrer, et je lui dis :

— Arrivons.

L'instant d'après, je m'aperçus que je passais sur l'eau. Je crus que c'était encore la rivière ; mais arrivé à terre, j'ai reconnu que c'était l'étang qui fait aller les machines de la manufacture de toiles peintes de MM. Brenier et compagnie.

Nous nous sommes posés sur la butte aux Cailles, entre le moulin des Merveilles et le moulin Vieux, environ à 50 toises l'un de l'autre. Au moment où nous étions près de terre, je me soulevai sur la galerie en y appuyant mes deux mains. Je sentis le haut de la machine presser faiblement ma tête ; je la repoussai et sautai hors de la galerie. En me retournant vers la machine, je crus la trouver pleine. Mais quel fut mon étonnement, elle était parfaitement vide et totalement aplatie. Je ne vois point M. Pilâtre, je cours de son côté pour l'aider à se débarrasser de l'amas de toile qui le couvrait ; mais avant d'avoir tourné la machine, je l'aperçus sortant de dessous en chemise, attendu qu'avant de descendre il avait quitté sa redingote et l'avait mise dans son panier.

Nous étions seuls, et pas assez forts pour renverser la galerie et retirer la paille qui était enflammée. Il s'agissait d'empêcher qu'elle ne mît le feu à la machine. Nous crûmes alors que le seul moyen d'éviter cet inconvénient était de déchirer la toile. M. Pilâtre prit un côté, moi l'autre, et en tirant violemment, nous découvrîmes le foyer. Du moment qu'elle fut délivrée de la toile qui empêchait la communication de l'air, la paille s'enflamma avec force. En secouant un des paniers, nous jetons le feu sur celui

qui avait transporté mon compagnon, la paille qui y restait prend feu; le peuple accourt, se saisit de la redingote de M. Pilâtre et se la partage. La garde survient; avec son aide, en dix minutes, notre machine fut en sûreté, et une heure après elle était chez M. Réveillon, où M. Montgolfier l'avait fait construire.

La première personne de marque que j'aie vue à notre arrivée est M. le comte de Laval. Bientôt après, les courriers de M. le duc et de madame la duchesse de Polignac vinrent pour s'informer de nos nouvelles. Je souffrais de voir M. des Roziers en chemise, et, craignant que sa santé n'en fût altérée, car nous nous étions très échauffés en pliant la machine, j'exigeai de lui qu'il se retirât dans la première maison; le sergent de garde l'y escorta pour lui donner la facilité de percer la foule. Il rencontra sur son chemin monseigneur le duc de Chartres, qui nous avait suivis, comme l'on voit, de très près; car j'avais eu l'honneur de causer avec lui un moment avant notre départ. Enfin, il nous arriva des voitures.

Il se faisait tard, M. Pilâtre n'avait qu'une mauvaise redingote qu'on lui avait prêtée. Il ne voulut pas revenir à la Muette.

Je partis seul, quoique avec le plus grand regret de quitter mon brave compagnon.

NOTE II.

VOYAGE AÉRIEN DE CHARLES ET ROBERT.

Relation de Charles.

Nous avons fait précéder notre ascension de l'enlèvement d'un globe de cinq pieds huit pouces, destiné à nous faire connaître la première direction du vent, et à nous frayer à peu près la route que nous allions prendre. Nous l'avons fait présenter à madame Montgolfier, que nos amis avaient eu soin de placer dans l'enceinte autour de nous; M. de Montgolfier coupa la corde, et le globe s'élança. Le public a compris cette allégorie simple : j'ai voulu faire entendre qu'il avait eu le bonheur de tracer la route.

Le globe échappé des mains de M. de Montgolfier s'élança dans les airs et sembla y porter le témoignage de notre réunion ; les acclamations l'y suivaient. Pendant ce temps nous préparions à la hâte notre fuite ; les circonstances orageuses qui nous pressaient nous empêchèrent de mettre à nos dispositions toute la précision que nous nous étions proposée la veille. Il nous tardait de n'être plus sur la terre. Le globe et le char en équilibre touchaient encore au sol qui nous portait ; il était une heure trois quarts. Nous jetons dix-neuf livres de lest, et nous nous élevons au milieu du silence concentré par l'émotion et la surprise de l'un et de l'autre parti.

Jamais rien n'égalera ce moment d'hilarité qui s'empara de mon existence, lorsque je sentis que je fuyais de terre ; ce n'était pas du plaisir, c'était du bonheur. Échappé aux tourments affreux de la persécution et de la calomnie, je sentis que je répondais à tout en m'élevant au-dessus de tout.

A ce sentiment moral succéda bientôt une sensation plus vive encore, l'admiration du majestueux spectacle qui s'offrait à nous. De quelque côté que nous abaissions nos regards, tout était têtes ; au-dessus de nous, un ciel sans nuage ; dans le lointain, l'aspect le plus délicieux.

— O mon ami, disais-je à M. Robert, quel est notre bonheur ! J'ignore dans quelle disposition nous laissons la terre ; mais comme le ciel est pour nous ! quelle scène ravissante ! que ne puis-je tenir ici le dernier de nos détracteurs, et lui dire : Regarde, malheureux, tout ce qu'on perd à arrêter le progrès des sciences !

Tandis que nous nous élevions progressivement par un mouvement accéléré, nous nous mîmes à agiter en l'air nos banderoles en signe d'allégresse, et afin de rendre la sécurité à ceux qui prenaient intérêt à notre sort ; pendant ce temps, j'observais toujours le baromètre. M. Robert faisait l'inventaire de nos richesses : nos amis avaient lesté notre char, comme pour un voyage de long cours : vins de Champagne, etc., couvertures et fourrures, etc.

— Bon, lui dis-je, voilà de quoi jeter par la fenêtre.

Alors le baromètre descendit à environ vingt-six pouces ; nous avions cessé de monter, c'est-à-dire que nous étions élevés environ à trois cents toises. C'était la hauteur à laquelle j'avais promis de nous contenir ; et en effet, depuis ce moment jusqu'à celui où nous avons disparu aux yeux des observateurs en station, nous avons toujours composé notre marche horizontale entre vingt-six

pouces de mercure et vingt-six pouces huit lignes ; ce qui s'est trouvé d'accord avec les observations de Paris.

Nous avions soin de perdre du lest à mesure que nous descendions, par la perte insensible de l'air inflammable, et nous nous élevions sensiblement à la même hauteur. Si les circonstances nous avaient permis de mettre plus de précision à ce lest, notre marche eût été presque absolument horizontale et à volonté.

Arrivés à la hauteur de Monceaux, que nous laissions un peu à gauche, nous restâmes un instant stationnaires. Notre char se retourna, et enfin nous filâmes au gré du vent. Bientôt nous passons la Seine entre Saint-Ouen et Asnières, et telle fut à peu près notre marche aérographique, laissant Colombes sur la gauche, passant presque au-dessus de Gennevilliers. Nous avons traversé une seconde fois la rivière, en laissant Argenteuil sur la gauche ; nous avons passé à Sannois, Franconville, Eaux-Bonnes, Saint-Leu-Taverny, Villiers, traversé l'Ile-Adam, et enfin Nesles, où nous avons descendu. Tels sont à peu près les endroits sur lesquels nous avons dû passer presque perpendiculairement. Ce trajet fait environ neuf lieues de Paris, et nous l'avons parcouru en deux heures, quoiqu'il n'y eût dans l'air presque pas d'agitation sensible.

Durant tout le cours de ce délicieux voyage, il ne nous est pas venu en pensée d'avoir la plus légère inquiétude sur notre sort et sur celui de notre machine. Le globe n'a souffert d'autre altération que les modifications successives de dilatation et de compression dont nous profitions pour monter et descendre à volonté d'une quantité quelconque. Le thermomètre a été pendant plus d'une heure entre 10 et 12 degrés au-dessus de zéro, ce qui vient de ce que l'intérieur de notre char était réchauffé par les rayons du soleil.

Sa chaleur se fit bientôt sentir à notre globe, et contribua par la dilatation de l'air inflammable intérieur, à nous tenir à la même hauteur sans être obligés de perdre de notre lest ; mais nous faisions une perte plus précieuse : l'air inflammable, dilaté par la chaleur solaire, s'échappait par l'appendice du globe que nous tenions à la main, et que nous lâchions, suivant les circonstances, pour donner issue au gaz trop dilaté.

C'est par ce moyen simple que nous avons évité ces expansions et ces explosions que les personnes peu instruites redoutaient pour nous. L'air inflammable ne pouvait pas briser sa prison,

puisque la porte lui en était toujours ouverte, et l'air atmosphérique ne pouvait entrer dans le globe, puisque la pression même faisait de l'appendice une véritable soupape qui s'opposait à sa rentrée.

Au bout de cinquante-six minutes de marche, nous entendîmes le coup de canon qui était le signal de notre disparition aux yeux des observateurs de Paris. Nous nous réjouîmes de leur avoir échappé. N'étant plus obligés de composer strictement notre course horizontale, ainsi que nous avions fait jusqu'alors, nous nous sommes abandonnés plus entièrement aux spectacles variés que nous présentait l'immensité des campagnes au-dessus desquelles nous planions; dès ce moment, nous n'avons plus cessé de converser avec leurs habitants, que nous voyions accourir vers nous de toutes parts; nous entendions leurs cris d'allégresse, leurs vœux, leur sollicitude, en un mot, l'alarme de l'admiration.

Nous criions *Vive le roi!* et toutes les campagnes répondaient à nos cris. Nos entendions très distinctement : *Mes bons amis, n'avez-vous point peur? n'êtes-vous point malades? Dieu, que c'est beau! Nous prions Dieu qu'il vous conserve. Adieu, mes amis!* J'étais touché jusqu'aux larmes de cet intérêt tendre et vrai qu'inspirait un spectacle aussi nouveau.

Nous agitions sans cesse nos pavillons, et nous nous apercevions que ces signaux redoublaient l'allégresse et la sécurité. Plusieurs fois nous descendîmes assez bas pour mieux nous faire entendre; on nous demandait d'où nous étions partis et à quelle heure, et nous montions plus haut en leur disant adieu.

Nous jetions successivement, et suivant les circonstances, redingotes, manchons, habits. Planant au-dessus de l'Ile-Adam, après avoir admiré cette délicieuse campagne, nous fîmes encore le salut des pavillons; nous demandâmes des nouvelles de monseigneur le prince de Conti. On nous cria avec un porte-voix qu'il était à Paris, et qu'il en serait bien fâché. Nous regrettions de perdre une si belle occasion de lui faire notre cour, et nous serions en effet descendus au milieu de ses jardins, si nous avions voulu; mais nous prîmes le parti de prolonger encore notre course, et nous remontâmes; enfin nous arrivâmes près des plaines de Nesles.

Il était trois heures et demie passées; j'avais le dessein de faire un second voyage, et de profiter de nos avantages ainsi que du jour. Je proposai à M. Robert de descendre. Nous voyions de loin des groupes de paysans qui se précipitaient devant nous à travers

les champs. « Laissons-nous aller, » lui dis-je ; alors nous descendîmes dans une vaste prairie.

Des arbustes, quelques arbres bordaient son enceinte. Notre char s'avançait majestueusement sur un plan incliné très prolongé. Arrivé près de ces arbres, je craignis que leurs branches ne vinssent heurter le char. Je jetai deux livres de lest, et le char s'éleva par-dessus, en bondissant à peu près comme un coursier qui franchit une haie. Nous parcourûmes plus de vingt toises à un ou deux pieds de terre : nous avions l'air de voyager en traîneau. Les paysans couraient après nous, sans pouvoir nous atteindre, comme des enfants qui poursuivent des papillons dans une prairie.

Enfin nous prenons terre. On nous environne. Rien n'égale la naïveté rustique et tendre, l'effusion de l'admiration et de l'allégresse de tous ces villageois.

Je demandai sur-le-champ les curés, les syndics : ils accouraient de tous côtés ; il était fête sur le lieu. Je dressai aussitôt un court procès-verbal, qu'ils signèrent. Arrive un groupe de cavaliers au grand galop : c'était monseigneur le duc de Chartres, M. le duc de Fitz-James et M. Farrer, gentilhomme anglais, qui nous suivaient depuis Paris. Par un hasard très singulier, nous étions descendus auprès de la maison de chasse de ce dernier. Il saute de dessus son cheval, s'élance sur notre char, et dit en m'embrassant :

— Monsieur Charles, moi premier.

Nous fûmes comblés des caresses du prince, qui nous embrassa tous deux dans notre char et eut la bonté de signer notre procès-verbal ; M. le duc de Fitz-James en fit autant ; M. Farrer le signa trois fois de suite. On a omis sa signature dans le journal parce qu'on n'a pu la lire ; il était si agité de plaisir qu'il ne pouvait écrire. De plus de cent cavaliers qui couraient après nous depuis Paris, et que nous apercevions à peine du haut de notre char, c'étaient les seuls qui eussent pu nous joindre. Les autres avaient crevé leurs chevaux ou y avaient renoncé.

Je racontai brièvement à monseigneur le duc de Chartres quelques circonstances de notre voyage. — Ce n'est pas tout, monseigneur, ajoutai-je en souriant, je m'en vais repartir.

— Comment repartir ?

— Monseigneur, vous allez voir. Il y a mieux : quand voulez-vous que je redescende ?

— Dans une demi-heure.

— Eh bien ! soit, monseigneur, dans une demi-heure je suis à vous.

M. Robert descendit du char, ainsi que nous étions convenus en voyageant. Trente paysans serrés autour et appuyés dessus, et le corps presque plongé dedans, l'empêchaient de s'envoler. Je demandai de la terre pour me faire un lest ; il ne me restait plus que trois ou quatre livres. On va chercher une bêche qui n'arrive point. Je demande des pierres, il n'y en avait pas dans la prairie. Je voyais le temps s'écouler, le soleil se cacher. Je calculai rapidement la hauteur possible où pouvait m'élever la légèreté spécifique de cent trente livres que je venais d'acquérir par la descente de M. Robert, et je dis à monseigneur le duc de Chartres :

— Monseigneur, je pars. Je dis aux paysans : Mes amis, retirez-vous tous en même temps des bords du char au premier signal que je vais faire, et je vais m'envoler.

Je frappe de la main, ils se retirent, je m'élançai comme l'oiseau ; en dix minutes, j'étais à plus de quinze cents toises, je n'apercevais plus les objets terrestres, je ne voyais plus que les grandes masses de la nature.

Dès en partant, j'avais pris mes précautions pour échapper au danger de l'explosion du globe, et je me disposai à faire les observations que je m'étais promis. D'abord, afin d'observer le baromètre et le thermomètre placés à l'extrémité du char, sans rien changer au centre de gravité, je m'agenouillai au milieu, la jambe et le corps tendus en avant, ma montre et un papier dans la main gauche, ma plume et le cordon de ma soupape dans ma droite.

Je m'attendais à ce qui allait arriver. Le globe, qui était assez flasque à mon départ, s'enfla insensiblement. Bientôt l'air inflammable s'échappa à grands flots par l'appendice. Alors je tirai de temps en temps la soupape pour lui donner à la fois deux issues, et je continuai ainsi à monter en perdant de l'air. Il sortait en sifflant et devenait visible, ainsi qu'une vapeur chaude qui passe dans une atmosphère beaucoup plus froide.

La raison de ce phénomène est simple. A terre, le thermomètre était à 7° au-dessus de la glace ; au bout de dix minutes d'ascension, j'avais 5° au-dessous. On sent que l'air inflammable contenu n'avait pas eu le temps de se mettre en équilibre de température ; son équilibre élastique étant beaucoup plus prompt que celui de la chaleur, il en devait sortir une plus grande quantité que celle que

la dilatation extérieure de l'air pouvait déterminer par sa moindre pression.

Quant à moi, exposé à l'air libre, je passai en dix minutes de la température du printemps à celle de l'hiver. Le froid était vif et sec, mais point insupportable. J'interrogeai alors paisiblement toutes mes sensations, *je m'écoutai vivre* pour ainsi dire, et je puis assurer que, dans le premier moment, je n'éprouvai rien de désagréable dans ce passage subit de dilatation et de température.

Lorsque le baromètre cessa de monter, je notai très exactement dix-huit pouces dix lignes. Cette observation est de la plus grande rigidité. Le mercure ne souffrait aucune oscillation sensible. J'ai déduit de cette observation une hauteur de 1524 toises environ, en attendant que je puisse intégrer ce calcul et y mettre plus de précision. Au bout de quelques minutes, le froid me saisit les doigts; je ne pouvais presque plus tenir ma plume. Mais je n'en avais plus besoin, j'étais stationnaire, et je n'avais plus qu'un mouvement horizontal.

Je me relevai au milieu du char et m'abandonnai au spectacle que m'offrait l'immensité de l'horizon. A mon départ de la prairie, le soleil était couché pour les habitants des vallons; bientôt il se leva pour moi seul, et vint encore une fois dorer de ses rayons le globe et le char. J'étais le seul corps éclairé dans l'horizon, et je voyais tout le reste de la nature plongé dans l'ombre.

Bientôt le soleil disparut lui-même, et j'eus le plaisir de le voir se coucher deux fois dans le même jour. Je contemplai quelques instants le vague de l'air et les vapeurs terrestres qui s'élevaient du sein des vallées et des rivières. Les nuages semblaient sortir de la terre et s'amonceler les uns sur les autres en conservant leur forme ordinaire. Leur couleur seulement était grisâtre et monotone, effet naturel du peu de lumière divaguée dans l'atmosphère. La lune seule éclairait.

Elle me fit observer que je revirai de bord deux fois, et je remarquai de véritables courants qui me ramenèrent sur moi-même. J'eus plusieurs déviations très sensibles. Je sentis avec surprise l'effet du vent et je vis pointer les banderoles de mon pavillon; nous n'avions pu observer ce phénomène dans notre premier voyage. Je remarquai les circonstances de ce phénomène, et ce n'était point le résultat de l'ascension ou de la descente; je marchais alors dans une direction sensiblement horizontale. Dès ce moment, je conçus, peut-être un peu trop vite, l'espérance de se

diriger. Au surplus, ce ne sera que le fruit du tâtonnement, des observations et des expériences les plus réitérées.

Au milieu du ravissement inexprimable et de cette extase contemplative, je fus rappelé à moi-même par une douleur très extraordinaire que je ressentis dans l'intérieur de l'oreille droite et dans les glandes maxillaires. Je l'attribuai à la dilatation de l'air contenu dans le tissu cellulaire de l'organisme, autant qu'au froid de l'air environnant. J'étais en veste et la tête nue. Je me couvris d'un bonnet de laine qui était à mes pieds; mais la douleur ne se dissipa qu'à mesure que j'arrivai à terre.

Il y avait environ sept ou huit minutes que je ne montais plus; je commençais même à descendre par la condensation de l'air inflammable intérieur. Je me rappelai la promesse que j'avais faite à monseigneur le duc de Chartres de revenir à terre au bout d'une demi-heure. J'accélérai ma descente, en tirant de temps en temps la soupape supérieure. Bientôt le globe vide presque à moitié ne me présentait plus qu'un hémisphère.

J'aperçus une très belle plage en friche auprès du bois de la Tour-du-Lay. Alors je précipitai ma descente. Arrivé à vingt ou trente toises de terre, je jetai subitement deux à trois livres de lest qui me restaient et que j'avais gardées précieusement; je restai un instant comme stationnaire et vins descendre moi-même sur la friche même que j'avais, pour ainsi dire, choisie.

J'étais à plus d'une lieue du point de départ. Les déviations fréquentes que j'essuyai, les retours sur moi-même, me font présumer que le trajet aérien a été de plus de trois lieues. Il y avait trente-cinq minutes que j'étais parti; et telle est la sûreté des combinaisons de notre machine aérostatique, que je pus consommer, et à volonté, cent trente livres de légèreté spécifique, dont la conservation également volontaire eût pu me maintenir en l'air au moins vingt-quatre heures de plus.

NOTE III.

RELATION DU VOYAGE AÉROSTATIQUE DE MM. BIOT ET GAY-LUSSAC, PAR M. BIOT.

Depuis que l'usage des aérostats est devenu facile et simple, les physiciens désiraient qu'on les employât pour faire les observations qui demandent que l'on s'élève à de grandes hauteurs, loin des objets terrestres. Le ministère de M. Chaptal offrait particulièrement une occasion favorable pour réaliser ces projets utiles aux sciences. MM. Berthollet et Laplace ayant bien voulu s'y intéresser, ce ministre s'empressa de concourir à leurs vues, et nous nous offrîmes, M. Gay-Lussac et moi, pour cette expédition. Nous venons de faire notre premier voyage, et nous allons en rendre compte à la classe; empressement d'autant plus naturel, que plusieurs de ses membres nous ont éclairés de leurs expériences et de leurs conseils.

Notre but principal était d'examiner si la propriété magnétique éprouve quelque diminution appréciable quand on s'éloigne de la terre. Saussure, d'après des expériences faites sur le *col du Géant*, à 3435 mètres de hauteur, avait cru y reconnaître un affaiblissement très sensible et qu'il évaluait à 1/5. Quelques physiciens avaient même annoncé que cette propriété se perd entièrement, quand on s'éloigne de la terre dans un aérostat. Ce fait étant lié de près à la cause des phénomènes magnétiques, il importait à la physique qu'il fût éclairci et constaté; du moins, c'est ainsi qu'ont pensé plusieurs membres de la classe, et l'illustre Saussure lui-même, qui recommande beaucoup cette observation, sur laquelle il est revenu plusieurs fois dans ses voyages aux Alpes.

Pour décider cette question, il ne faut qu'un appareil fort simple. Il suffit d'avoir une aiguille aimantée, suspendue à un fil de soie très fin. On détourne un peu l'aiguille de son méridien magnétique, et on la laisse osciller; plus les oscillations sont rapides, plus la force magnétique est considérable. C'est Borda qui a imaginé cette excellente méthode, et M. Coulomb a donné le moyen d'évaluer la force d'après le nombre des oscillations. Saus-

sure a employé cet appareil dans son voyage sur le col du Géant. Nous en avons emporté un semblable dans notre aérostat. L'aiguille dont nous nous sommes servis avait été construite avec beaucoup de soin par l'excellent artiste Fortin; et M. Coulomb avait bien voulu l'aimanter lui-même par la méthode d'Œpinus. Nous avons essayé, à plusieurs reprises, sa force magnétique, lorsque nous étions encore à terre. Elle faisait vingt oscillations en cent quarante et une secondes de la division sexagésimale; et comme nous avons obtenu ce même résultat un grand nombre de fois, à des jours différents, sans trouver un écart d'une demi-seconde, on peut le regarder comme très exact. Nous nous servions, pour observer, de deux excellentes montres à secondes qui nous avaient été prêtées par M. Lépine, habile horloger.

Outre cet appareil, nous avions emporté une boussole ordinaire de déclinaison et deux boussoles d'inclinaison. La première poûr observer la direction du méridien magnétique; la seconde pour connaître les variations d'inclinaison. Ces appareils, beaucoup moins sensibles que le premier, étaient seulement destinés à nous indiquer des différences, s'il en était survenu qui fussent très considérables. Afin de n'avoir que des résultats comparables, nous avions placé tous ces instruments dans la nacelle, lorsque nous avons observé, à terre, les oscillations de la première aiguille. Du reste, il n'entrait pas un morceau de fer dans la construction de notre nacelle, ni dans celle de notre aérostat. Les seuls objets de cette matière que nous emportâmes (un couteau, des ciseaux, deux canifs) furent descendus dans un panier au-dessous de la nacelle, à huit ou dix mètres de distance (vingt-cinq ou trente pieds), en sorte que leur influence ne pourrait être sensible en aucune manière.

Outre cet objet principal, dans ce premier voyage, nous nous proposions aussi d'observer l'électricité de l'air, ou plutôt la différence d'électricité des différentes couches atmosphériques. Pour cela, nous avions emporté des fils métalliques de diverses longueurs, depuis 20 jusqu'à 100 mètres (60 à 300 pieds). En suspendant ces fils à côté de notre nacelle, à l'extrémité d'une tige de verre, ils devaient nous mettre en communication avec les couches intérieures et nous permettre de puiser leur électricité. Quant à la nature de cette électricité, nous avions, pour la déterminer, un petit électrophore, chargé très faiblement, et dont la résine avait été frottée à terre avant le départ.

Nous avions aussi projeté de rapporter de l'air puisé à une grande hauteur. Nous avions pour cela un ballon de verre fermé, dans lequel on avait fait exactement le vide, en sorte qu'il suffisait de l'ouvrir pour le remplir d'air. On devine aisément que nous nous étions munis de baromètres, de thermomètres, d'électromètres et d'hygromètres. Nous avions avec nous des disques de métal pour répéter les expériences de Volta, ou l'électricité développée par le simple contact. Enfin, nous avions emporté divers animaux, comme des grenouilles, des oiseaux et des insectes.

Nous partîmes, du jardin du Conservatoire des arts, le 6 fructidor, à dix heures du matin, en présence d'un petit nombre d'amis. Le baromètre était à 0^{m},765 (28^{p},31); le thermomètre, à 16°,5 de la division centigrade (13°,2 de Réaumur); et l'hygromètre à 80°,8, par conséquent assez près de la plus grande humidité. M. Conté, que le ministre de l'intérieur avait chargé, dès l'origine, de tous les préparatifs, avait pris toutes les mesures imaginables pour que notre voyage fût heureux, et il le fut en effet.

Nous l'avouerons, le premier moment où nous nous élevâmes ne fut pas donné à nos expériences. Nous ne pûmes qu'admirer la beauté du spectacle qui nous environnait. Notre ascension, lente et calculée, produisit sur nous cette impression de sécurité que l'on éprouve toujours quand on est abandonné à soi-même, avec des moyens sûrs. Nous entendions encore les encouragements qui nous étaient donnés; mais nous n'en avions pas besoin; nous étions parfaitement calmes et sans la plus légère inquiétude. Nous n'entrons dans ces détails que pour montrer que l'on peut accorder quelque confiance à nos observations.

Nous arrivâmes bientôt dans les nuages. C'étaient comme de légers brouillards, qui ne nous causèrent qu'une faible sensation d'humidité. Notre ballon s'étant gonflé entièrement, nous ouvrîmes la soupape pour abandonner du gaz, et en même temps nous jetâmes du lest pour nous élever plus haut. Nous nous trouvâmes aussitôt au-dessus des nuages, et nous n'y rentrâmes qu'en descendant.

Ces nuages, vus de haut, nous parurent blanchâtres, comme lorsqu'on les voit de la surface de la terre. Ils étaient tous exactement à la même élévation; et leur surface supérieure, toute mamelonnée et ondulante, nous offrait l'aspect d'une plaine couverte de neige.

Nous nous trouvions alors vers deux mille mètres de hauteur (1). Nous voulûmes faire osciller notre aiguille, mais nous ne tardâmes pas à reconnaître que l'aérostat avait un mouvement de rotation très lent, qui faisait varier sans cesse la position de la nacelle par rapport à la direction de l'aiguille, et nous empêchait d'observer le point où les oscillations finissaient. Cependant la propriété magnétique n'était pas détruite; car, en approchant de l'aiguille un morceau de fer, l'attraction avait encore lieu. Ce mouvement de rotation devenait sensible quand on alignait les cordes de la nacelle sur quelque objet terrestre, ou sur les flancs des nuages, dont les contours nous offraient des différences très sensibles. De cette manière nous nous aperçûmes bientôt que nous ne répondions pas toujours au même point. Nous espérâmes que ce mouvement de rotation, déjà très peu rapide, s'arrêterait avec le temps, et nous permettrait de reprendre nos oscillations.

En attendant, nous fîmes d'autres expériences; nous essayâmes le développement de l'électricité par le contact des métaux isolés; elle réussit comme à terre. Nous apprêtâmes une colonne électrique avec vingt disques de cuivre et autant de disques de zinc; nous obtînmes, comme à l'ordinaire, la saveur piquante. Tout cela était facile à prévoir, d'après la théorie de Volta, et puisque l'on sait d'ailleurs que l'action de la colonne électrique ne cesse pas dans le vide; mais il était si facile de vérifier ces faits, que nous avions cru devoir le faire. D'ailleurs tous ces objets pouvaient nous servir de lest au besoin. Nous étions alors à 2724 mètres de hauteur, selon notre estime.

Vers cette élévation, nous observâmes les animaux que nous avions emportés; ils ne paraissaient pas souffrir de la rareté de l'air; cependant le baromètre était à 20 pouces 8 lignes; ce qui donnait une hauteur de 2622 mètres. Une abeille violette (*Apis*

(1) Nous avons calculé ces hauteurs d'après les observations du baromètre et du thermomètre faites dans l'aérostat et comparées à celles faites par M. Bouvard à l'Observatoire. Nous avons employé la formule de M. Laplace, avec les coefficients corrigés, qu'il a adoptés, et que M. Romond a conclus d'un grand nombre de mesures trigonométriques prises avec beaucoup de soin. Notre thermomètre était à l'esprit-de-vin, divisé en 100 parties, et garanti de l'action du soleil par un mouchoir blanc, qui l'enveloppait sans le toucher. Nous avons pris toutes les précautions nécessaires dans le calcul, pour ne pas donner à nos hauteurs des valeurs trop grandes, et elles sont plutôt trop faibles que trop fortes.

violacea), à qui nous avions donné la liberté, s'envola très vite et nous quitta en bourdonnant. Le thermomètre marquait 13° de la division centigrade (10°,4 Réaumur). Nous étions très surpris de ne pas éprouver de froid ; au contraire, le soleil nous échauffait fortement ; nous avions ôté les gants que nous avions mis d'abord, et qui ne nous ont été d'aucune utilité. Notre pouls était fort accéléré : celui de M. Gay-Lussac, qui bat ordinairement soixante-deux pulsations par minute, en battait quatre-vingts ; le mien, qui donne ordinairement soixante-dix-neuf pulsations, en donnait cent onze. Cette accélération se faisait donc sentir, pour nous deux, à peu près dans la même proportion. Cependant notre respiration n'était nullement gênée, nous n'éprouvions aucun malaise, et notre situation nous semblait extrêmement agréable.

Cependant nous tournions toujours, ce qui nous contrariait fort, parce que nous ne pouvions pas observer les oscillations magnétiques tant que cet effet avait lieu. Mais en nous alignant, comme je l'ai dit, sur les objets terrestres, et sur les flancs des nuages, qui étaient bien au-dessous de nous, nous nous aperçûmes que nous ne tournions pas toujours dans le même sens ; peu à peu le mouvement de rotation diminuait et se reproduisait en sens contraire. Nous comprîmes alors qu'il fallait saisir ce passage d'un des états à l'autre, parce que nous restions stationnaires dans l'intervalle. Nous profitâmes de cette remarque pour faire nos expériences. Mais comme cet état stationnaire ne durait que quelques instants, il n'était pas possible d'observer, de suite, vingt oscillations comme à terre ; il fallait se contenter de cinq ou de six au plus, en prenant bien garde de ne pas agiter la nacelle, car le plus léger mouvement, celui que produisait le gaz quand nous le laissions échapper, celui même de notre main quand nous écrivions, suffisait pour nous faire tourner. Avec toutes ces précautions, qui demandaient beaucoup de temps, d'essais et de soins, nous parvînmes à répéter dix fois l'expérience dans le cours du voyage, à diverses hauteurs. En voici les résultats dans l'ordre où nous les avons obtenus :

Hauteurs calculées.	Nombre des oscillations.	Temps.
2897 mètres.	5.	35"
3038 —	5.	35"
Id. —	5.	35"
Id. —	5.	35"

Hauteurs calculées.	Nombre des oscillations.	Temps.
2862 mètres.	10.	70"
3145 —	5.	35"
3665 —	5.	35",5
3589 —	10.	68"
3742 —	5.	35"
3977 — (2040 toises)	10.	70"

Toutes ces observations, faites dans une colonne de plus de mille mètres de hauteur, s'accordent à donner 35″ pour la durée de cinq oscillations. Or, les expériences faites à terre donnent 35″ 1/4 pour cette durée. La petite différence d'un quart de seconde n'est pas appréciable, et dans tous les cas elle ne tend pas à indiquer une diminution.

On en peut dire autant de l'expérience qui a donné une fois 68 degrés pour 10 oscillations, ce qui fait 34 pour chacune; elle n'indique pas non plus un affaiblissement.

Il nous semble donc que ces résultats établissent avec quelque certitude la proposition suivante:

La propriété magnétique n'éprouve aucune diminution appréciable depuis la surface de la terre jusqu'à 4000 mètres de hauteur; son action dans ces limites se manifeste constamment par les mêmes effets, et suivant les mêmes lois.

Il nous reste maintenant à expliquer la différence de ces résultats avec ceux des autres physiciens dont nous avons parlé; et d'abord, quant aux expériences de Saussure, il nous semble, si nous osons le dire, qu'il s'y est glissé quelque erreur. On le voit clairement par les nombres même qu'il a rapportés (1). Lorsqu'il voulut déterminer la force magnétique de son aiguille à Genève, il trouva pour les temps de vingt oscillations, 302″, 290″, 300″, 280″, résultats très peu comparables, puisque leur différence va jusqu'à 12″. Au contraire, dans les expériences préliminaires que nous avons faites à terre avant de partir, nous n'avons jamais trouvé une demi-seconde de différence sur le temps de vingt oscillations. De plus, il existe encore une autre erreur dans le calcul fait par Saussure pour comparer les forces magnétiques sur la montagne et dans la plaine; et d'après tout cela, il n'est pas étonnant que ses résultats diffèrent de ceux que nous avons obtenus. Mais il nous semble que les nôtres sont préférables, parce qu'ils

(1) *Voyage dans les Alpes*, t. IV, p. 312 et 313.

paraissent s'accorder davantage, et parce que nous nous sommes élevés beaucoup plus haut.

Quant à cette autre observation faite par quelques physiciens, relativement aux irrégularités de la boussole, quand on s'élève dans l'atmosphère, il nous semble qu'on peut facilement l'expliquer par ce que nous avons dit précédemment sur la rotation continuelle de l'aérostat. En effet, ces observateurs ont dû tourner comme nous, puisque la seule impulsion du gaz qui s'échappe en ouvrant la soupape suffit pour produire cet effet. S'ils n'ont pas fait cette remarque, l'aiguille qui ne tournait pas avec eux leur a paru incertaine et sans aucune direction déterminée ; mais ce n'est qu'une illusion produite par leur propre mouvement.

Enfin il nous reste à prévenir un doute que l'on pourrait élever sur nos expériences : on pourrait craindre que nos montres ne se fussent dérangées dans le voyage, de sorte qu'il aurait pu arriver quelque variation dans la force magnétique sans que nous l'eussions aperçue. Mais, puisque nous n'y avons observé aucune différence, il faudrait, dans cette supposition, que la force magnétique et la marche de notre montre eussent varié en sens contraire, précisément dans le même rapport et de manière à se compenser exactement ; hypothèse extrêmement improbable et même tout à fait inadmissible.

Nous n'avons pas pu observer aussi exactement l'inclinaison de la barre aimantée ; ainsi nous ne pouvons pas affirmer avec autant de certitude qu'elle n'éprouve absolument aucune variation. Cependant cela est très probable, puisque la force horizontale n'est point altérée. Mais nous sommes assurés du moins que ces variations, si elles existent, sont très peu considérables ; car nos barres magnétiques, équilibrées avant le départ, ont constamment gardé pendant tout le voyage leur situation horizontale ; ce qui ne serait pas arrivé si la force qui tendait à les incliner eût changé sensiblement.

Enfin la déclinaison avait été aussi l'objet de nos recherches ; mais le temps et la disposition de nos appareils ne nous ont pas permis de la déterminer exactement. Cependant il est également probable qu'elle ne varie pas d'une manière sensible. Au reste, nous avons maintenant des moyens précis pour la mesurer avec exactitude dans un autre voyage : nous pourrons aussi évaluer exactement l'inclinaison.

Pour ne pas interrompre cet exposé, nous avons passé sous si-

lence quelques autres expériences moins importantes, auxquelles il est nécessaire de revenir.

Nous avons observé nos animaux à toutes les hauteurs ; ils ne paraissaient souffrir en aucune manière. Pour nous, nous n'éprouvions aucun effet, si ce n'est cette accélération du pouls dont j'ai déjà parlé. A 3400 mètres de hauteur, nous donnâmes la liberté à un petit oiseau que l'on nomme un *verdier;* il s'envola aussitôt, mais revint presque à l'instant se poser sur nos cordages ; ensuite, prenant de nouveau son vol, il se précipita vers la terre, en décrivant une ligne tortueuse peu différente de la verticale. Nous le suivîmes des yeux jusque dans les nuages, où nous le perdîmes de vue. Mais un pigeon, que nous lâchâmes de la même manière, à la même hauteur, nous offrit un spectacle beaucoup plus curieux : remis en liberté sur le bord de la nacelle, il y resta quelques instants, comme pour mesurer l'étendue qu'il avait à parcourir ; puis il s'élança en voltigeant d'une manière inégale, en sorte qu'il semblait essayer ses ailes, mais après quelques battements il se borna à les étendre et s'abandonna tout à fait. Il commença à descendre vers les nuages en décrivant de grands cercles, comme font les oiseaux de proie. Sa descente fut rapide, mais réglée ; il entra bientôt dans les nuages, et nous l'aperçûmes encore au-dessous.

Nous n'avions pas encore essayé l'électricité de l'air, parce que l'observation de la boussole, qui était la plus importante et qui exigeait que l'on saisît des occasions favorables, avait absorbé presque toute notre attention ; d'ailleurs nous avions toujours eu des nuages au-dessous de nous, et l'on sait que les nuages sont diversement électrisés. Nous n'avions pas alors les moyens nécessaires pour calculer leur distance d'après la hauteur du baromètre, et nous ne savions pas jusqu'à quel point ils pourraient nous influencer. Cependant, pour essayer au moins notre appareil, nous tendîmes un fil mécanique de 80 mètres (240 pieds) de longueur, et après l'avoir isolé de nous, comme je l'ai dit plus haut, nous prîmes de l'électricité à son extrémité supérieure, et nous la portâmes à l'électromètre : elle se trouva résineuse. Nous répétâmes deux fois cette observation dans le même moment : la première, en détruisant l'électricité atmosphérique par l'influence de l'électricité vitrée de l'électrophore ; la seconde, en détruisant l'électricité vitrée tirée de l'électrophore, au moyen de l'électricité atmosphérique. C'est ainsi que nous pûmes nous assurer que cette dernière était résineuse.

Cette expérience indique une électricité croissante avec les hauteurs, résultat conforme à ce que l'on avait conclu par la théorie, d'après les expériences de Volta et de Saussure. Mais maintenant que nous connaissons la bonté de notre appareil, nous espérons vérifier de nouveau ce fait par un plus grand nombre d'essais dans un autre voyage.

Nos observations du thermomètre nous ont indiqué au contraire une température décroissant de bas en haut, ce qui est conforme aux résultats connus. Mais la différence a été beaucoup plus faible que nous ne l'aurions attendu! car, en nous élevant à 2000 toises, c'est-à-dire bien au-dessus de la limite inférieure des neiges éternelles à cette latitude, nous n'avons pas éprouvé une température plus basse que 10°,5 au thermomètre centigrade (8°,4 Réaumur); et, au même instant, la température de l'Observatoire, à Paris, était de 17°,5 centigr. (14° Réaumur.)

Un autre fait assez remarquable, qui nous est aussi donné par nos observations, c'est que l'hygromètre a constamment marché vers la sécheresse, à mesure que nous nous sommes élevés dans l'atmosphère, et, en descendant, il est graduellement revenu vers l'humidité. Lorsque nous partîmes, il marquait 80°,8 à la température de 16°,5 du thermomètre centigrade; et à 4000 mètres de hauteur, quoique la température ne fût qu'à 10°,5, il ne marquait plus que 30°. L'air était donc beaucoup plus sec dans ces hautes régions qu'il ne l'est près de la surface de la terre.

Pour nous élever à ces hauteurs, nous avions jeté presque tout notre lest: il nous en restait à peine quatre ou cinq livres. Nous avions donc atteint la hauteur à laquelle l'aérostat pouvait nous porter tous deux à la fois. Cependant, comme nous désirions vivement terminer tout à fait l'observation de la boussole, M Gay-Lussac me proposa de s'élever seul à la hauteur de 6000 mètres (3000 toises, afin de vérifier nos premiers résultats; nous devions déposer tous les instruments en arrivant à terre, et n'emporter dans la nacelle que le baromètre et la boussole. Lorsque nous eûmes pris ce parti, nous nous laissâmes descendre, en perdant aussi peu de gaz qu'il nous était possible. Nous observâmes le baromètre en entrant dans les nuages. Il nous donna 1223 mètres (600 toises) pour leur élévation. Nous avons déjà remarqué qu'ils paraissaient tous de niveau, en sorte que cette observation indique pour cet instant leur hauteur commune. Lorsque nous arrivâmes à terre, il ne se trouva personne pour nous re-

tenir, et nous fûmes obligés de perdre tout notre gaz pour nous arrêter. Si nous eussions pu prévoir ce contre-temps, nous ne nous serions pas pressés de descendre sitôt. Nous nous trouvâmes vers une heure et demie dans le département du Loiret, près du village de Mériville, à dix-huit lieues environ de Paris.

Nous n'avons point abandonné le projet de nous élever à 6000 mètres, et même plus haut, s'il est possible, afin de pousser jusque-là nos expériences sur la boussole. Nous allons préparer promptement cette expédition, qui se fera dans peu de jours, puisque l'aérostat n'est nullement endommagé. M. Gay-Lussac s'élèvera d'abord; ensuite, s'il le croit lui-même nécessaire, je m'élèverai seul à mon tour pour vérifier ses observations. Lorsque nous aurons ainsi terminé ce qui concerne la boussole, nous désirons entreprendre de nouveau plusieurs voyages ensemble, pour faire, s'il est possible, des recherches exactes sur la qualité et la nature de l'électricité de l'air à diverses hauteurs, sur les variations de l'hygromètre, et sur la diminution de la chaleur en s'éloignant de la terre; objets qui paraissent devoir être utiles dans la théorie des réfractions.

Nous ne désespérons pas non plus de pouvoir observer des angles pour déterminer trigonométriquement notre position dans l'espace; ce qui donnerait des notions précises sur la marche du baromètre, à mesure qu'on s'élève. Le mouvement de l'aérostat est si doux, que l'on peut y faire les observations les plus délicates; et l'expérience de notre premier voyage, ainsi que l'usage de nos appareils, nous permettra de recueillir en peu de temps un grand nombre de faits. Tels sont les désirs que nous formons aujourd'hui, si nous sommes assez heureux pour que les recherches que nous venons de faire paraissent à la classe de quelque utilité.

NOTE IV.

RELATION DU VOYAGE AÉROSTATIQUE DE M. GAY-LUSSAC.

.....Tous nos instruments étant prêts, le jour de mon départ fut fixé au 29 fructidor. Je m'élevai, en effet, ce jour-là, du Con-

servatoire des arts et métiers, à 9 heures et 40 minutes, le baromètre étant à 76,525, l'hygromètre à 57°,5 et le thermomètre à 27°,75. M. Bouvard, qui fait tous les jours des observations météorologiques à Paris, avait jugé le ciel très vaporeux, mais sans nuages. A peine me fus-je élevé de 1000 mètres, que je vis, en effet, une légère vapeur répandue dans toute l'atmosphère au-dessous de moi, et qui me laissait voir confusément les objets éloignés.

Parvenu à la hauteur de 3032 mètres, je commençai à faire osciller l'aiguille horizontale, et j'obtins, cette fois, vingt oscillations en 83″, tandis qu'à terre et d'ailleurs dans les mêmes circonstances, il lui fallait 84″,43 pour en faire le même nombre. Quoique mon ballon fût affecté du mouvement de rotation que nous avions déjà reconnu dans notre première expérience, la rapidité du mouvement de notre aiguille me permit de compter jusqu'à vingt, trente et même quarante oscillations.

A la hauteur de 3863 mètres, j'ai trouvé que l'inclinaison de mon aiguille, en prenant le milieu de l'amplitude de ses oscillations, était sensiblement de 31″ comme à terre. Il m'a fallu beaucoup de temps et de patience pour faire cette observation; parce que, quoique emporté par la masse de l'atmosphère, je sentais un petit vent qui dérangeait continuellement la boussole, et après plusieurs tentatives infructueuses, j'ai été obligé de renoncer à l'observer de nouveau. Je crois, néanmoins, que l'observation que je viens de présenter mérite quelque confiance.

Quelque temps après, j'ai voulu observer l'aiguille de déclinaison: mais voici ce qui était arrivé. La sécherese, favorisée par l'action du soleil dans un air raréfié, était telle que la boussole s'était tourmentée au point de faire plier le cercle métallique sur lequel étaient tracées les divisions, et de se courber elle-même. Les mouvements de l'aiguille ne pouvaient plus se faire avec la même liberté; mais indépendamment de ce contre-temps, j'ai remarqué qu'il était très difficile d'observer la déclinaison de l'aiguille avec cet appareil. Il arrivait, en effet, que lorsque j'avais placé la boussole de manière à faire coïncider avec une ligne fixe l'ombre du fil horizontal qui servait de style, le mouvement que j'avais donné à la boussole en avait aussi imprimé un à l'aiguille; et lorsque celle-ci était à peu près revenue en repos, l'ombre du style ne coïncidait plus avec la ligne fixe. Il fallait encore mettre la boussole dans une position horizontale; et pendant le temps

qu'exigeait cette opération, tout se dérangeait de nouveau. Sans vouloir persister à faire des observations auxquelles je ne pouvais accorder aucune confiance, j'y ai renoncé entièrement ; et libre de tout autre soin, j'ai donné toute mon attention aux oscillations de l'aiguille horizontale. Je me suis pourtant convaincu, en reconnaissant les défauts de notre boussole, qu'il est impossible d'en employer une autre plus convenable, qui déterminerait la déclinaison avec assez de précision. Je fais remarquer que pour tenter cette expérience, j'avais descendu isolément les autres aiguilles dans des sacs de toile, à 15 mètres au-dessous de la nacelle.

Pour qu'on puisse voir facilement l'ensemble de tous les résultats que j'ai obtenus, je les ai réunis dans le tableau qui est à la fin de ce mémoire ; et ils y sont tels qu'ils se sont présentés à moi, avec les indications correspondantes du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre. Les hauteurs ont été calculées d'après la formule de M. Laplace, par M. Gouilly, ingénieur des ponts et chaussées, qui a bien voulu prendre cette peine ; le baromètre n'ayant pas varié sensiblement le jour de mon ascension depuis dix heures jusqu'à trois, on a pris pour calculer les diverses élévations auxquelles j'ai fait des observations, la hauteur du baromètre, 76,568, qui a eu lieu à terre à trois heures, hauteur qui, conformément aux observations faites par M. Bouvard à l'Observatoire, est plus grande de $0^m,43$ que celle qui avait été observée au moment du départ. Les hauteurs du baromètre dans l'atmosphère ont été ramenées à celles qu'aurait indiquées un baromètre à niveau constant placé dans les mêmes circonstances, et l'on a pris pour chaque hauteur la moyenne entre les observations des deux baromètres. La température à terre ayant également peu varié entre dix et trois heures, on l'a supposée constante et égale à 30°,75 du thermomètre centigrade.

En fixant maintenant les yeux sur le tableau, on voit d'abord que la température suit une loi irrégulière relativement aux hauteurs correspondantes ; ce qui provient, sans doute, de ce qu'ayant fait des observations tantôt en montant, tantôt en descendant, le thermomètre aura suivi trop lentement ces variations. Mais si l'on ne considère que les degrés du thermomètre qui forment entre eux une série continue décroissante, on trouve une loi plus régulière. Ainsi la température à terre étant de 27°,75, et à la hauteur de 3691 mètres de 8°,5, si l'on divise la différence des hauteurs par celle des températures, on obtient d'abord $191^m,7$

(98 toises) d'élévation pour chaque degré d'abaissement de température. En faisant la même opération pour les températures 5°,25 et 0°,5, ainsi que pour celles 0°,6 et 9°,5, on trouve, dans l'un et dans l'autre cas, 141^{m},6 (72$^{tois.}$,6) d'élévation pour chaque degré d'abaissement de température : ce qui semble indiquer que vers la surface de la terre la chaleur suit une loi moins décroissante que dans le haut de l'atmosphère, et qu'ensuite, à de plus grandes hauteurs, elle suit une progression arithmétique décroissante. Si l'on suppose que depuis la surface de la terre, où le thermomètre était à 30°,75, jusqu'à la hauteur de 6977 mètres (3580 toises) où il était descendu à — 9°,5, la chaleur a diminué comme les hauteurs ont augmenté, à chaque degré d'abaissement de température correspondra une élévation de 173^{m},3 (88$^{tois.}$,9).

L'hygromètre a eu une marche assez singulière. A la surface de la terre il n'était qu'à 57°,5, tandis qu'à la hauteur de 3032 mètres, il marquait 62° ; de ce point, il a été continuellement en descendant, jusqu'à la hauteur de 5267 mètres où il n'indiquait plus que 27°,5, et de là à la hauteur de 6884 mètres il est remonté graduellement à 34°,5. Si l'on voulait, d'après ces résultats, déterminer la loi de la quantité d'eau dissoute dans l'air à diverses élévations, il est clair qu'il faudrait faire attention à la température ; en y joignant cette considération, on verrait qu'elle suit une progression extrêmement décroissante.

Si l'on considère maintenant les oscillations magnétiques, on remarque que le temps pour dix oscillations faites à diverses hauteurs est tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de celui de 42″,16 qu'elles exigent à terre. En prenant une moyenne entre toutes les oscillations faites dans l'atmosphère, dix oscillations exigeraient 42″,20, quantité qui diffère bien peu de la précédente ; mais en ne considérant que les dernières observations qui ont été faites aux plus grandes hauteurs, le temps pour dix oscillations serait un peu au-dessous de 32″,16, ce qui indiquerait, au contraire, que la force magnétique a un peu augmenté. Sans vouloir tirer aucune conséquence de ce léger accroissement apparent, qui peut très bien tenir aux erreurs qu'on peut commettre dans ce genre d'expériences, je dois conclure que l'ensemble des résultats que je viens de présenter confirme et étend le fait que nous avions observé, M. Biot et moi, et qui prouve que, de même que la gravitation universelle, la force magnétique n'éprouve point de

variations sensibles aux plus grandes hauteurs où nous puissions parvenir.

La conséquence que nous avons tirée de nos expériences pourra paraître un peu trop précipitée à ceux qui se rappelleront que nous n'avons pu faire des expériences sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Mais si l'on remarque que la force qui fait osciller une aiguille horizontale est nécessairement dépendante de l'intensité et de la direction de la force magnétique elle-même, et qu'elle est représentée par le cosinus de l'angle d'inclinaison de cette dernière force, on ne pourra s'empêcher de conclure avec nous, que, puisque la force horizontale n'a pas varié, la force magnétique ne doit pas avoir varié non plus, à moins qu'on ne veuille supposer que la force magnétique a pu varier précisément en sens contraire et dans le même rapport que le cosinus de son inclinaison, ce qui n'est nullement probable. Nous aurions d'ailleurs, à l'appui de notre conclusion, l'expérience de l'inclinaison qui a été faite à la hauteur de 3863 mètres (1982 toises), et qui prouve qu'à cette élévation l'inclinaison n'a pas varié d'une manière sensible.

Parvenu à la hauteur de 4511 mètres, j'ai présenté à une petite aiguille aimantée, et dans la direction de la force magnétique, l'extrémité inférieure d'une clef; l'aiguille a été attirée, puis repoussée par l'autre extrémité de la clef que j'avais fait descendre parallèlement à elle-même. La même expérience, répétée à 6107 mètres, a eu le même succès : nouvelle preuve bien évidente de l'action du magnétisme terrestre.

A la hauteur de 6561 mètres, j'ai ouvert un de nos deux ballons de verre, et à celle de 6636 j'ai ouvert le second; l'air y est entré dans l'un et dans l'autre avec sifflement. Enfin, à 3 heures 11 secondes, l'aérostat étant parfaitement plein, et n'ayant plus que 15 kilogrammes de lest, je me suis déterminé à descendre. Le thermomètre était alors à 9°,5 au-dessous de la température de la glace fondante, et le baromètre à 32,88; ce qui donne, pour ma plus grande élévation au-dessus de Paris, 6977^{m},37, ou 7016 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Quoique bien vêtu, je commençais à sentir le froid, surtout aux mains, que j'étais obligé de tenir exposées à l'air. Ma respiration était sensiblement gênée, mais j'étais encore bien loin d'éprouver un malaise assez désagréable pour m'engager à descendre. Mon pouls et ma respiration étaient très accélérés : ainsi respirant

fréquemment dans un air très sec, je ne dois pas être surpris d'avoir eu le gosier si sec, qu'il m'était pénible d'avaler du pain. Avant de partir, j'avais un léger mal de tête, provenant des fatigues du jour précédent et des veilles de nuit, et je le gardai toute la journée sans m'apercevoir qu'il augmentât. Ce sont là toutes les incommodités que j'ai éprouvées.

Un phénomène qui m'a frappé de cette grande hauteur, a été de voir des nuages au-dessus de moi et à une distance qui me paraissait encore très considérable. Dans notre première ascension, les nuages ne se soutenaient pas à plus de 1169 mètres, et au-dessus le ciel était de la plus grande pureté. Sa couleur au zénith était même si intense, qu'on aurait pu la comparer à celle du bleu de Prusse; mais dans le dernier voyage que je viens de faire, je n'ai pas vu de nuages sous mes pieds; le ciel était très vaporeux et sa couleur généralement terne. Il n'est peut-être pas inutile d'observer que le vent qui soufflait le jour de notre première ascension était le nord-ouest, et que dans la dernière c'était le sud-est.

Dès que je m'aperçus que je commençais à descendre, je ne songeai plus qu'à modérer la descente du ballon et à la rendre extrêmement lente. A trois heures quarante-cinq minutes, mon ancre toucha terre et se fixa, ce qui donne trente-quatre minutes pour le temps de ma descente. Les habitants d'un petit hameau voisin accoururent bientôt, et pendant que les uns prenaient plaisir à ramener à eux le ballon en tirant la corde de l'ancre, d'autres, placés au-dessous de la nacelle, attendaient impatiemment qu'ils pussent y mettre les mains pour la prendre et la déposer à terre. Ma descente s'est donc faite sans la plus légère secousse et le moindre accident, et je ne crois pas qu'il soit possible d'en faire une plus heureuse. Le petit hameau à côté duquel je suis descendu s'appelle Saint-Gougon; il est situé à six lieues nord-ouest de Rouen.

Arrivé à Paris, mon premier soin a été d'analyser l'air que j'avais rapporté. Toutes les expériences ont été faites à l'École polytechnique, sous les yeux de MM. Thenard et Gresset, et je m'en suis rapporté autant à leur jugement qu'au mien. Nous observions tour à tour les divisions de l'eudiomètre sans nous communiquer, et ce n'était que lorsque nous étions parfaitement d'accord que nous les écrivions. Le ballon dont l'air a été pris à 6636 mètres a été ouvert sous l'eau, et nous avons tous jugé

qu'elle avait au moins rempli la moitié de sa capacité ; ce qui prouve que le ballon avait très bien tenu le vide, et qu'il n'y était pas entré d'air étranger. Nous avions bien l'intention de peser la quantité d'eau entrée dans le ballon, pour la comparer à sa capacité ; mais n'ayant pas trouvé dans l'instant ce qui nous était nécessaire, et notre impatience de connaître la nature de l'air qu'il renfermait étant des plus vives, nous n'avons pas fait cette expérience. Nous nous sommes d'abord servis de l'eudiomètre de Volta, et nous l'avons analysé comparativement avec de l'air atmosphérique pris au milieu de la cour d'entrée de l'École polytechnique.

Ici M. Gay-Lussac décrit les procédés d'analyse qu'il a mis en usage et qui lui ont permis d'établir l'identité de composition de cet air avec l'air pris à la surface de la terre. Il continue en ces termes :

L'identité des analyses des deux airs faites par le gaz hydrogène prouve directement que celui que j'avais rapporté ne contenait pas de ce dernier gaz ; néanmoins je m'en suis encore assuré, en ne brûlant avec les deux airs qu'une quantité de gaz hydrogène inférieure à celle qui aurait été nécessaire pour absorber tout le gaz oxygène ; car j'ai vu que les résidus de la combustion des deux airs avec le gaz hydrogène étaient exactement les mêmes.

Saussure fils a aussi trouvé, en se servant du gaz nitreux, que l'air pris sur le col du Géant contenait, à un centième près, autant d'oxygène que celui de la plaine ; et son père a constaté la présence de l'acide carbonique sur la cime du Mont-Blanc. De plus, les expériences de MM. Cavendish, Macarty, Berthollet et Davy, ont confirmé l'identité de composition de l'atmosphère sur toute la surface de la terre. On peut donc conclure généralement que la constitution de l'atmosphère est la même depuis la surface de la terre jusqu'aux plus grandes hauteurs auxquelles on puisse parvenir.

Voilà les deux principaux résultats que j'ai recueillis dans mon premier voyage : j'ai constaté le fait que nous avions observé, M. Biot et moi, sur la permanence sensible de l'intensité de la force magnétique lorsqu'on s'éloigne de la surface de la terre, et de plus, je crois avoir prouvé que les proportions d'oxygène et d'azote qui constituent l'atmosphère ne varient pas non plus sensiblement dans des limites très étendues. Il reste encore beau-

coup de choses à éclaircir dans l'atmosphère, et nous désirons que les faits que nous avons recueillis jusqu'ici puissent assez intéresser l'Institut pour l'engager à nous faire continuer nos expériences.

NOTE V.

Mémoire sur l'équilibre des machines aérostatiques, sur les différents moyens de les faire monter et descendre, et spécialement sur celui d'exécuter ces manœuvres, sans jeter de lest et sans perdre d'air inflammable, en ménageant dans le ballon une capacité particulière destinée à renfermer de l'air atmosphérique, présenté à l'Académie, le 3 *décembre* 1783 (1), *avec une addition contenant une application de cette théorie au cas particulier du ballon que MM. Robert construisent à Saint-Cloud, et dans lequel ce moyen doit être employé pour la première fois; par* M. MEUNIER, *lieutenant en premier au corps royal du génie, et de l'Académie royale des sciences.*

Lorsque, pour faire descendre une machine aérostatique, on donne issue à l'air inflammable qui y est renfermé, on ne fait autre chose que diminuer son volume aux dépens du fluide qui en avait occasionné l'ascension; elle ne déplace plus dès lors dans l'atmosphère un poids d'air égal au sien propre, et l'excès de pesanteur qu'elle acquiert par ce moyen la détermine à s'abaisser. Mais si l'on considère qu'à mesure qu'elle atteint des couches de

(1) La conservation des dates, qui s'observe très soigneusement à l'Académie, est un objet d'autant plus digne d'attention, qu'on doit en quelque sorte regarder comme public ce qui se lit dans ses assemblées, toujours très nombreuses, tant par les académiciens qui les composent, que par les étrangers que différentes circonstances y amènent fréquemment. Le moyen dont il s'agit fut imaginé dans le temps que M. Charles préparait avec MM. Robert la belle expérience du 1er décembre 1783; et le 3 du même mois, ce physicien étant venu rendre à l'Académie compte de son voyage aérien, on saisit avec un vrai plaisir cette occasion d'exposer des idées qu'il s'était mis si fort en état de bien apprécier.

l'atmosphère plus basses que le point dont elle est partie, la pression plus grande qui y règne diminue de plus en plus le volume de l'air inflammable qui y était demeuré, et précisément dans le même rapport que la pesanteur spécifique de l'air environnant augmente, on verra que le poids de l'air déplacé par le ballon demeure exactement le même jusqu'à ce qu'il atteigne la surface de la terre, et que l'excès de pesanteur qui en avait occasionné la première descente, subsistant ainsi à toutes sortes de hauteurs, il est impossible que la machine se retrouve jamais en équilibre. Il n'est donc plus permis de s'arrêter dès qu'on a commencé à s'abaisser ainsi, et ce moyen, seul employé jusqu'ici, peut bien servir à revenir à terre, mais il ne peut aider à choisir dans l'air la hauteur que les circonstances pourraient rendre la plus convenable.

On ne remplira pas mieux cet objet, de choisir une hauteur déterminée, en combinant la déperdition du lest avec celle de l'air inflammable. Dès que la machine n'est remplie qu'en partie, comme le demande la supposition qu'on ait évacué une portion de l'air inflammable qu'elle renfermait, l'équilibre qu'elle obtiendra ainsi ne l'assujettira pas à occuper une position unique. On déduit au contraire des principes exposés ci-dessus, que l'égalité entre le poids de toute la machine et celui de l'air qu'elle déplace aura lieu indifféremment à toutes sortes de hauteurs, depuis le niveau de l'horizon jusqu'au point où la diminution de la densité de l'air environnant permettrait à l'air inflammable de remplir totalement la capacité du ballon. Il y aura donc une latitude très grande, dans laquelle une machine aérostatique, réduite aux moyens dont il s'agit, ne pourra prendre qu'une position fortuite et indépendante des navigateurs qu'elle portera.

Il résulte de ces réflexions que la méthode usitée jusqu'ici pour faire descendre et monter les machines aérostatiques n'a pas seulement l'inconvénient qu'on lui avait déjà reproché, de mettre en peu de temps l'aérostat hors d'état de naviguer, en consumant successivement l'air inflammable et le lest, desquels dépend toute sa manœuvre; elle rend encore sa position continuellement variable et chancelante; et si l'on examine même plus particulièrement l'état actuel de ces machines, on verra que, sans qu'il soit question de monter ni de descendre, leur construction les assujettit sans cesse à ce défaut capital, l'appendice appliqué à la partie inférieure du ballon étant une cause de plus qui la rend

inévitable. Cette communication établie entre l'air intérieur et celui de l'atmosphère, produisant en effet une parfaite égalité entre l'élasticité de ces deux airs, la machine ne parvient au point le plus haut de sa course qu'après avoir évacué tout l'air inflammable surabondant à son état d'équilibre. La moindre cause suffit dès lors pour en déterminer la descente; et la perte d'air inflammable, à laquelle les étoffes que l'on a employées ont toujours été sujettes, donne bientôt à l'aérostat un petit excès de pesanteur qui, malgré les navigateurs, les ramènerait bientôt à la surface de la terre, quand même la déperdition continuée ne l'augmenterait pas de plus en plus. C'est pour éviter cette chute forcée, qu'il devient nécessaire de rendre à la machine un certain excès de légèreté, en jetant une quantité de lest qui surpasse de quelque chose l'excès de pesanteur qu'elle avait acquis ; elle remonte alors pour s'aller mettre en équilibre d'autant plus au-dessus du point où elle s'était élevée d'abord, que la quantité du lest qu'on a jetée a été plus considérable. Il s'échappe par l'appendice une nouvelle quantité d'air inflammable en vertu de cette augmentation de hauteur; et l'équilibre, bientôt troublé de nouveau, occasionne une seconde descente, qu'on ne peut empêcher d'être complète qu'en jetant encore du lest avant de toucher la terre. C'est ainsi que l'état habituel des machines aérostatiques, telles qu'on les a vues jusqu'ici, est de monter et de descendre alternativement, en faisant de grandes oscillations, dont l'étendue va toujours en augmentant, jusqu'à ce qu'ayant jeté tous les poids inutiles, il devienne impossible de tenter de nouvelles ascensions.

Il est aisé de voir que c'est l'égalité de pression entre l'air intérieur des ballons et celui de l'atmosphère, et au changement continuel que leur volume éprouve par la dilatation ou la compression spontanée que le moindre degré d'ascension ou de descente occasionne à l'air inflammable dont ils sont remplis, qu'il faut attribuer ce défaut de fixité, et il en résulte que, pour déterminer une machine aérostatique à conserver une certaine élévation, il serait nécessaire ou que son enveloppe fût inflexible, ou que le fluide dont elle est remplie y fût comprimé de manière à être doué d'une force élastique supérieure de quelque chose à celle de l'air environnant. Dans les deux cas, en effet, si une cause quelconque portait la machine au-dessus ou au-dessous du point où elle doit être en équilibre, son volume ne pouvant changer, tandis que la pesanteur de l'air ambiant aurait varié, cette ma-

chine ne déplacerait plus dans l'atmosphère un poids égal au sien propre, et serait forcée par là de revenir à sa première position. On sent, au reste, que l'hypothèse de l'inflexibilité de l'enveloppe n'a été employée ici que pour traiter la question dans toute sa généralité; on sait assez que la pratique ne permet point d'en fabriquer de pareilles, et le second moyen qui met la flexibilité de l'étoffe d'accord avec l'immuabilité du volume est le seul exécutable.

Cet excès de pression de l'air intérieur sur celui de l'atmosphère, propre à donner à l'étoffe du ballon une tension qui conserve la forme, est donc une condition indispensable pour l'équilibre ferme et permanent dont un aérostat doit être susceptible à chacune de ses positions. Il nous reste à donner le moyen d'en changer à volonté, de manière que la machine, transportée au gré des navigateurs à une hauteur différente, y trouve encore un équilibre permanent comme le premier. Mais avant d'en venir aux méthodes de s'élever et de s'abaisser, qui supposent l'excès de pression dont il vient d'être fait mention, nous devons traiter de celle qui exige, au contraire, que les machines aérostatiques conservent la construction qu'on leur a donnée à l'origine de la découverte : il s'agit de l'idée, proposée par plusieurs personnes, d'employer pour monter et descendre des ailes ou des rames, comme pour la direction horizontale.

On peut dire, en effet, que c'est le seul moyen qui soit applicable à la construction actuelle des machines aérostatiques, et l'égalité de pression entre l'air intérieur du ballon et celui qui l'environne, que nous leur avons reprochée comme ne pouvant produire qu'un équilibre indifférent à un grand nombre de positions, devient au contraire, dans le cas présent, une propriété avantageuse, puisqu'en vertu de cette indifférence même, la machine prendra, avec une égale facilité, toutes les positions auxquelles ses ailes tendront à la porter. Mais la moindre cause l'en éloignerait tout aussi facilement; et si surtout il se fait une légère déperdition d'air inflammable, si un changement dans la température n'influe pas également sur les densités respectives des fluides intérieur et extérieur, il naîtra dès lors dans la machine une tendance permanente, soit à monter, soit à descendre; et ce n'est qu'en la combattant par un travail continuel, aux dépens de la direction et des autres manœuvres essentielles, qu'il serait possible de garder pendant un certain temps une élévation

à peu près constante. Le ballon éprouverait d'ailleurs des changements de volume considérables, devenant flasque aux approches de la terre, et se gonflant, au contraire, dans les hautes régions de l'atmosphère; et ces variations répétées, agissant nécessairement sur les points d'attache d'où dépend tout ce que porte l'aérostat, il y aurait lieu de craindre qu'il n'en résultât des dérangements fâcheux. Le moyen de descendre ou de monter avec des ailes ou des rames disposées convenablement est donc loin de satisfaire à ce qu'exige la navigation qu'il s'agit de créer, et il faut en revenir aux ballons doués d'un équilibre permanent, à l'aide de la tension inférieure que nous avons vu leur être nécessaire.

La question qu'il s'agit de résoudre consiste donc à munir ces aérostats d'un moyen quelconque, propre à déterminer leur équilibre à des hauteurs différentes à volonté. Or, il ne peut y avoir que deux méthodes différentes pour remplir cet objet, soit en faisant varier le volume du ballon sans rien changer à son poids, soit en rendant le poids de la machine variable, son volume restant le même. Ces deux principes embrassent évidemment toutes les dispositions qu'il est possible d'imaginer. Examinons-les successivement pour nous arrêter à celui dont l'application à la pratique présentera le moins de difficultés ou d'inconvénients.

Si l'on adoptait la première méthode, il faudrait employer un mécanisme dont l'effet fût de faire changer le volume du ballon, dans le rapport des densités de l'atmosphère aux points extrêmes de la hauteur que la machine aurait à parcourir, et de donner successivement à cette capacité toutes les grandeurs intermédiaires; l'aérostat irait de toute nécessité chercher l'équilibre dans la région de l'atmosphère où son volume actuel déplacerait un poids d'air égal au sien. On découvre même une propriété très avantageuse dans cette espèce de statique, en examinant suivant quelle loi la différence de hauteur fait varier l'excès de pression de l'air intérieur, dont nous avons vu la nécessité; et l'on trouve que, toujours proportionnel à la densité de l'air extérieur, il ne saurait jamais exposer l'étoffe à des tensions trop considérables, puisqu'il va toujours en diminuant à mesure que la hauteur augmente, sans pouvoir cependant être jamais anéanti entièrement. Mais le moyen dont il s'agit paraît d'une exécution bien difficile. Comment, en effet, armer le ballon d'un filet assez variable pour lui permettre d'occuper successivement des volumes peut-être doubles l'un de l'autre, selon les hauteurs plus ou moins consi-

dérables auxquelles on voudrait qu'il pût s'élever? Quelle pourrait être la disposition des cordons destinés à opérer une telle compression! Et quand il serait question de les relâcher, leur frottement n'empêcherait-il pas souvent l'élasticité de l'air enfermé d'agir et d'augmenter le volume de la machine pour la déterminer en même temps à monter? Nous avons vu d'ailleurs ce que l'idée d'une variation perpétuelle dans la forme extérieure du ballon présente d'inconvénients, et tout semble par conséquent s'opposer à cette manière de monter et de descendre par l'accroissement ou la diminution de la capacité de la machine.

Il ne reste donc plus que le second moyen, qui consiste à faire varier le poids sans que le volume change; et cette idée, subdivisée, en renferme plusieurs que nous allons parcourir rapidement. On peut, en effet, changer le poids d'un aérostat, soit en jetant quelques-uns de ceux qui le lestent, soit en évacuant une partie de l'air inflammable qu'il contient; et il est bien remarquable que ce dernier moyen, qui n'a servi jusqu'ici qu'à faire descendre les machines aérostatiques, produirait l'effet contraire, dès qu'on admet l'excès de pression intérieure que nous demandons pour la permanence de l'équilibre. Si, du reste, on examine ce que devient cet excès de pression, à mesure que, par l'un ou l'autre de ces moyens, l'aérostat atteint des hauteurs différentes, on verra qu'il diminue quand l'ascension a été déterminée par l'évacuation de l'air inflammable, tandis qu'au contraire il augmente quand c'est par la déperdition du lest; de sorte qu'en combinant ensemble ces deux manières d'opérer, suivant une loi facile à déterminer, on pourrait obtenir, dans toutes les positions, un excès constant de pression intérieure, quelque différentes qu'elles fussent entre elles. Mais à quoi bon approfondir plus longtemps deux méthodes qui ne remplissent ni l'une ni l'autre les objets qu'on doit désirer. Non-seulement elles ont le désavantage de faire à chaque manœuvre une perte irréparable, en consumant l'air inflammable ou le lest, dont une certaine dépense devient le terme inévitable de la navigation, mais elles ne peuvent servir qu'à élever de plus en plus la machine aérostatique, et les moyens nous manquent encore pour la faire descendre.

Conduits, en effet, par une suite de raisonnements nécessaires, à conserver au ballon une forme invariable pour le faire mouvoir par les changements de son poids, nous avons facilement réussi à diminuer ce poids par l'évacuation d'une partie de ceux que porte

la machine; mais il n'en peut résulter que des ascensions successives, et pour lui procurer le mouvement contraire, il faudrait pouvoir augmenter sa pesanteur. Que peut-on donc ajouter à un corps isolé de tous les autres, si ce n'est une portion de l'air même dans lequel il nage? Or, c'est à quoi nous n'avions pas encore pensé, et cependant toutes les difficultés disparaissent dès lors. Il est clair, en effet, qu'en comprimant dans le ballon de l'air atmosphérique, son poids augmentera sans que son volume change, et qu'il sera par conséquent déterminé à descendre.

Il n'est pas difficile d'imaginer après cela de faire remonter la machine, en évacuant ce même air atmosphérique; elle ne manœuvrera plus alors aux dépens de sa propre substance, et le milieu qui l'environne sera la cause unique de tous ses mouvements, comme il était celle de son équilibre. Mais cet air qu'on introduit dans l'aérostat, devant bientôt en ressortir, il faut qu'il soit préservé de tout mélange avec l'air inflammable, et contenu par cette raison dans une capacité particulière.

Tel est le moyen que nous cherchions de faire descendre et monter les machines aérostatiques sans jeter de lest, sans perdre d'air inflammable, et en conservant au mobile, à chacune de ses positions, un équilibre aussi fixe que si c'était la seule qu'il dût jamais occuper. La simplicité de ce moyen ne laisse rien à désirer, et ce concours de tous les avantages à la fois est d'autant plus heureux, que nous n'avions pas le choix : il est aisé de voir que cette méthode est unique, et la marche qui nous y a conduits en est elle-même une démonstration rigoureuse, puisque c'est en parcourant toutes les hypothèses possibles, et par une suite d'exclusions continuelles, que nous y sommes parvenus. Rien ne peut donc suppléer cette organisation que nous sommes forcés de donner aux machines aérostatiques; et tout inventeur y sera conduit d'une manière nécessaire, dès que la question sera suffisamment approfondie.

Mais développons les détails de ce mécanisme, et les différents moyens qu'il peut y avoir de le mettre en pratique.

De quelque manière qu'un ballon soit construit, quelle que soit sa forme, pourvu qu'il contienne deux capacités distinctes, dont l'une soit destinée à renfermer une certaine quantité d'air inflammable toujours constante, et l'autre un volume variable d'air atmosphérique, il sera propre à tous les changements de hauteur qu'il s'agissait d'obtenir. Il faut seulement que la somme

des deux capacités fasse toujours un volume constant, et que les deux airs y soient soumis à une compression un peu plus forte que celle de l'air environnant. Il suffit alors, pour que la machine monte, d'ouvrir une issue à l'air atmosphérique intérieur, par le moyen d'un simple robinet. La pression que cet air éprouve en détermine la sortie, le poids de la machine diminue, elle s'élève, et cette ascension dure autant que l'écoulement de l'air intérieur. Ainsi, dès que le robinet par lequel il s'échappait sera fermé de nouveau, le ballon se fixera et la densité de l'air environnant sera diminuée alors dans la proportion de la perte de poids que la machine aura faite.

On voit aisément que, pendant cette ascension, le ressort de l'air inflammable fait augmenter la capacité qui le renferme, aux dépens de celle d'où l'air atmosphérique s'échappe, et qu'ainsi le terme de la hauteur que peut acquérir l'aérostat arrivera lorsque l'espace destiné à l'air atmosphérique étant réduit à rien, celui de l'air inflammable occupera la capacité entière du ballon.

On voit de même que, pour déterminer la descente, il suffira d'introduire de l'air commun dans l'espace dont il s'agit, avec le soufflet le plus simple. Le poids de la machine augmentant par là, elle ne pourra plus retrouver l'équilibre que dans une région où la pesanteur spécifique de l'air extérieur soit devenue plus grande en même proportion; et quoique ce soit avec un fluide très léger qu'on cherche à faire varier ainsi le poids de l'aérostat, comme c'est le même que celui dans lequel il flotte, la cause des variations de densité de ce milieu se trouve de même ordre que celles des changements du poids de la machine, et de petites quantités d'air introduites ou évacuées suffisent, par cette raison, pour occasionner des changements notables dans la position du mobile.

Il y a une autre remarque très importante à faire, c'est que, malgré l'idée qui se présente naturellement, que c'est en comprimant l'air intérieur par l'addition d'un nouvel air que l'on détermine le ballon à descendre, il éprouve cependant toujours la même pression intérieure, à quelque hauteur qu'on le suppose en équilibre. Cette propriété précieuse de la disposition dont il s'agit dépend de ce que l'aérostat, descendant, trouve des couches d'air douées d'une plus grande élasticité en même temps qu'elles ont une pesanteur spécifique plus considérable, et la pression extérieure augmentant ainsi, détruit celle qui existerait intérieurement, sans cela, d'une plus grande quantité d'air logée dans le

même espace. Il suit de cette observation, confirmée par la solution analytique de la question présente, que l'excès de l'élasticité du fluide intérieur sur celle de l'air environnant, demeurant toujours le même, l'étoffe n'est point exposée à une tension variable, et qu'il n'y a par conséquent aucune limite aux usages du moyen que nous venons de donner. Il peut servir à parcourir l'atmosphère et à y choisir une place à volonté, depuis la surface de la terre jusqu'aux régions les plus hautes auxquelles l'homme puisse subsister.

Il faut cependant observer que la machine doit être construite d'avance, et son étendue calculée d'après la plus grande hauteur à laquelle on voudra qu'elle parvienne. Cette hauteur dépend du rapport qui se trouve entre la quantité d'air inflammable renfermée dans la machine, et sa capacité totale; et comme nous l'avons déjà remarqué plus haut, l'aérostat parviendra au terme de son ascension, quand cet air inflammable, diminuant de densité en même temps que l'air environnant, aura rempli tout l'espace renfermé par l'étoffe. On peut donc, avec une machine donnée, aller au delà de certaines bornes; mais on peut d'avance leur donner une étendue que rien ne limite.

Mais quelle doit être la disposition de ces deux capacités destinées à loger deux airs différents? On sent qu'il y a plusieurs manières de résoudre cette question dans la pratique, et nous allons encore les parcourir en peu de mots.

On peut séparer l'une de l'autre ces deux capacités par une sorte de diaphragme flexible, semblable pour la forme à une des moitiés de l'enveloppe du ballon. C'est ainsi que j'ai dessiné la machine sur le tableau de l'Académie. L'air inflammable occupe le dessus, laissant le bas à l'air atmosphérique, et le diaphragme qui les sépare doit être habituellement flasque, excepté dans le cas de la plus haute ascension, où l'air inflammable occupant tout le vide du ballon, et l'air atmosphérique étant entièrement échappé, ce diaphragme serait exactement appliqué contre l'hémisphère inférieur.

On pourrait encore loger l'air atmosphérique dans un espace renfermé lui-même tout entier dans le ballon qui contient l'air inflammable, en employant pour cela un autre ballon moindre que le premier. L'air atmosphérique remplirait totalement ce ballon intérieur, lorsque la machine serait encore au point le plus bas de sa course; mais au point le plus haut, cet air étant évacué, son

enveloppe serait tout à fait déprimée, et l'air inflammable occuperait l'espace entier du ballon extérieur. La capacité du ballon intérieur ne doit pas être plus grande que ce dont l'air inflammable devrait se dilater, par la plus haute ascension dont on voudrait rendre la machine susceptible; d'où il suit que cette méthode serait la plus économique du côté de la quantité d'étoffe à employer et du poids qui en résulte.

Mais dans l'une et dans l'autre de ces dispositions, la composition intérieure dont j'ai tant parlé dans ce mémoire, et que l'objet actuel rend indispensable, devient une cause de plus pour la déperdition de l'air inflammable, déjà si difficile à contenir, et le succès de l'appareil dont il s'agit ici dépend, au contraire, de la conservation la plus exacte de ce fluide léger.

Je préférerais donc une méthode tout à fait opposée et je propose de renfermer le ballon à air inflammable dans un autre; l'air atmosphérique serait logé dans l'intervalle des deux enveloppes, et environnerait de toutes parts celui qui logerait l'air inflammable. Cette méthode exige à la vérité l'emploi d'une quantité d'étoffe plus grande que les deux premières dont j'ai parlé, surtout s'il n'était question que de s'élever à de petites hauteurs : mais un avantage bien précieux qu'elle présente, est que la compression intérieure ne tend plus à dissiper l'air inflammable, puisque l'étoffe qui le renferme éprouve cette compression également par ses deux surfaces; l'enveloppe extérieure est seule tendue par cette pression, mais elle ne peut laisser échapper que l'air atmosphérique, et c'est une perte aisée à réparer.

Il ne faut pas croire, au reste, que cet excès de pression intérieure nécessaire pour conserver la forme du ballon doive être bien considérable; il suffirait qu'il pût soutenir quelques lignes de mercure; mais comme c'est encore de cette pression que dépend l'excès de légèreté avec lequel l'aérostat peut s'élever au moment du départ, et qu'il lui faut une certaine vitesse pour éviter alors les édifices et les arbres contre lesquels le vent pourrait le porter, on trouve par le calcul que, pour une machine de la taille de celle qui vient de partir aux Tuileries, l'excès habituel de l'élasticité de l'air intérieur sur celui de l'atmosphère doit faire équilibre à environ 1 pouce de mercure, et qu'alors la vitesse de la première ascension pourrait être de 6 à 7 pieds par seconde; ce qui est plus que suffisant.

Tels sont les principes d'après lesquels on pourra toujours organiser une machine aérostatique, de manière qu'après un long voyage, elle soit encore dans le même état qu'au moment de son départ. C'est, en effet, le seul moyen d'obtenir la navigation aérienne que l'on désire si vivement; et s'il fallait toujours consommer des ressources considérables à chaque pas que l'homme voudrait faire dans l'atmosphère, on ne verrait jamais que des expériences fugitives et des promenades sans intérêt comme sans utilité.

Ce mémoire n'est, au reste, qu'un simple exposé de l'état de la question. Cette matière demande d'être traitée par des voies plus rigoureuses, et l'on ne doit regarder ce qui précède que comme une introduction à des calculs dont l'objet mériterait d'être présenté d'une manière aussi détaillée. (*Journal de physique*, 1784.)

NOTE VI.

MÉMOIRE ET DEVIS D'UNE MACHINE AÉROSTATIQUE PAR MEUNIER.

A l'occasion des nombreuses communications qui ont été adressées depuis quelque temps sur la direction des aérostats, M. Arago faisait observer, à une des dernières séances de l'Académie, que ce sujet avait été traité d'une manière très remarquable par le général Meunier; sur les indications de M. Arago, nous avons recherché ce mémoire, qui n'a jamais été publié et qui se trouve en manuscrit à la bibliothèque de l'École d'application à Metz.

Il pourrait y avoir, dit M. Arago, quelque intérêt à le publier, ne fût-ce que pour prouver aux personnes qui croient découvrir de nouveaux moyens de locomotion aérienne, que ce qu'il y a de plausible et de raisonnable dans leurs idées était déjà parfaitement connu et apprécié dans le siècle dernier.

Le mémoire que nous avons sous les yeux constitue un immense travail dont l'intérêt principal gît particulièrement dans

les chiffres, mais qui n'entre pas dans les développements théoriques que nous espérions y rencontrer; nous en donnerons une esquisse rapide.

Le manuscrit de l'école de Metz porte ce titre : *Précis des travaux faits à l'Académie des sciences de Paris, pour la perfection des machines aérostatiques, rédigé par le général Meusnier, et trouvé dans ses papiers.* Il ne paraît pas, d'ailleurs, que cette rédaction soit définitive; beaucoup de paragraphes auront dû être revus par l'auteur. Quoi qu'il en soit, nous espérons qu'il présentera encore un certain intérêt, surtout si l'on veut bien remarquer que ce document historique remonte jusqu'à la découverte de Montgolfier.

Voici quelques extraits du mémoire de Meunier :

« L'Académie ayant reçu les ordres que M. de Breteuil lui adressa au mois de janvier 1784, quelques-uns de ses membres s'occupèrent de la construction propre à rendre les machines aérostatiques utiles; les premières recherches ont eu pour but d'obtenir des enveloppes impénétrables à l'air.

» Aucune de celles que l'on connaissait ne remplissait cet objet: le sieur Fortin, constructeur d'instruments de mathématiques, présenta la composition d'un vernis qui parut supérieur à tout ce que l'on avait vu; des morceaux de taffetas enduits de ce vernis ont résisté pendant plus d'un mois à la pression entière de l'atmosphère qu'on leur a fait supporter à l'aide d'un appareil où l'on faisait le vide, tandis que toutes les autres enveloppes admettaient l'air très promptement et sous une pression beaucoup moindre. Ce succès engage l'Académie à faire exécuter un ballon d'essai enduit de cette composition. Ce ballon est, depuis le mois de novembre dernier, dans la salle de l'Académie, et, quoiqu'il déplace dans l'air un poids de 32 livres, il n'a encore perdu que 3 livres de sa légèreté.

» Ce point essentiel une fois obtenu, on a examiné si d'autres causes tendaient à dissiper l'air inflammable. La théorie et les expériences ont appris que l'air extérieur des machines aérostatiques s'échauffant quelquefois plus que l'air environnant, son élasticité pouvait augmenter au point de rompre les enveloppes ordinaires, si on ne lui fournissait une issue. La transparence et la couleur sombre des enveloppes étant les principales causes de

cette chaleur, il en résulte qu'il fallait rendre les enveloppes opaques et leur donner une couleur blanche.

» Malgré cette précaution, la température intérieure des machines aérostatiques peut encore s'élever de quelques degrés au-dessus de la température extérieure, et l'effort qui doit en résulter peut aller quelquefois jusqu'à égaler le poids d'une colonne de mercure d'un pouce de hauteur. Les enveloppes ordinaires ne sont pas en état d'en soutenir deux lignes ; il a fallu s'occuper des moyens d'en construire de beaucoup plus fortes.

» Cet objet exigeant des étoffes beaucoup plus lourdes, on a fait un très grand nombre d'expériences sur les différentes matières qu'il est possible d'employer pour connaître quelle est leur force, relativement à leur poids ; on a également recherché quels sont les tiraillements que les enveloppes de différentes figures peuvent éprouver dans toutes les parties, et ce travail a appris que plus les machines aérostatiques sont allongées, moins il faut de matières et de pesanteur pour résister à l'effort de l'air intérieur.

» Il fallait encore imaginer des moyens de faire descendre et monter les machines aérostatiques sans évacuer l'air inflammable et sans jeter de lest. Cet objet a été rempli par la combinaison d'une capacité pleine d'un air atmosphérique que l'on doit ménager dans l'intérieur de la machine.

» En faisant entrer de nouvel air dans cette capacité, on augmente le poids de l'aérostat, ce qui l'oblige à descendre ; quand, au contraire, il s'agit de le faire monter, on donne issue à ce même air. Cette méthode est la seule par laquelle on obtienne un équilibre permanent à toute hauteur, tandis que celles que l'on a pratiquées jusqu'ici ne peuvent jamais faire naviguer un aérostat au-dessous d'un point où il s'est une fois élevé.

» On a examiné quel pouvait être l'effet de beaucoup de machines proposées pour la direction des aérostats ; ces machines devront être mues par des hommes, dont le poids est considérable relativement à leur force ; il s'ensuit qu'elles auront peu d'effet pour vaincre les résistances que l'air présente aux ballons, en raison de leur grande surface. Le calcul appliqué à des moyens de direction, de quelque espèce qu'ils puissent être, annonce en général qu'*ils ne peuvent guère procurer aux machines aérostati-*

ques une vitesse de plus d'une lieue à l'heure, indépendamment des vents. Néanmoins, des moyens de direction seront très utiles ; ils serviront à choisir un lieu d'atterrage convenable. C'est à quoi il faut borner leur emploi.

» Le véritable esprit de la navigation aérienne consiste à faire un emploi éclairé des vents, à étudier leur succession d'après les tables d'observations que l'on a déjà aujourd'hui et qui se perfectionneront de plus en plus par la suite. Si, par exemple, il était question de passer de France en Angleterre, il ne faudrait pas chercher à faire ce trajet en ligne directe, parce que le vent de S.-E., nécessaire pour cette route, ne souffle que 22 fois sur 1000 et par intervalles très courts ; mais des vents de S. porteraient en Hollande, d'où des vents N.-E. mèneraient ensuite en Angleterre ; et comme ces sortes de vents sont fréquents, cette marche, quoique plus longue en apparence, conduirait beaucoup plus promptement au but.

» Les moyens de direction peuvent cependant être encore d'un avantage bien important pour les observations physiques que l'on aura à faire avec les machines aérostatiques ; les nuages et tous les météores étant emportés par le même vent auquel la machine est livrée, ils se trouvent, l'un par rapport à l'autre, dans un calme véritable, et le plus léger moyen de direction suffit pour atteindre le point de l'atmosphère où un observateur aurait intérêt de se rendre.

» Le désir de donner le plus d'avantage possible aux moyens de direction ayant suggéré l'idée d'allonger beaucoup la forme des machines aérostatiques, afin de diminuer la résistance que l'air leur oppose, on a examiné si, à d'autres égards, cette forme ne leur serait par préjudiciable. Il s'est trouvé, en effet, que la stabilité de ces machines souffrirait beaucoup d'un trop grand allongement ; lorsque le vent souffle par secousses, le ballon prend une vitesse différente de celle des poids qui y sont suspendus, et il en résulte des balancements comparables au tangage et au roulis des vaisseaux. La machine s'inclinant, l'air inflammable, comme plus léger, se porte vers l'extrémité la plus haute. Ce mouvement est d'autant plus considérable, que le ballon est plus allongé, et il culbuterait tout à fait l'aérostat si les poids qu'il porte ne le ramenaient à la situation naturelle.

» Ces considérations ont fourni la connaissance du *métacentre* et la limite de l'allongement dont les machines aérostatiques sont

susceptibles ; leur grand axe ne doit pas surpasser le double ou le triple de diamètre.

» Les vents étant le principal guide des machines dont il s'agit, il faut qu'elles soient en état de prendre terre fréquemment et de s'y maintenir toutes les fois que ces vents ne leur seront pas favorables ; on a, en conséquence, multiplié les précautions pour les atterrages et les relâches : les principales consistent à détruire le mouvement de l'aérostat au moment de sa descente par le moyen d'une ancre d'une forme convenable pour qu'il touche d'une manière sûre, et à le fixer solidement, soit par un nombre suffisant de cordages, soit en le couvrant d'une sorte de tente qu'il peut porter toujours avec lui.

» On a enfin regardé comme très important de placer une telle machine à l'abri des intempéries qui pourraient bientôt la mettre hors de service. On a imaginé pour cela de lui donner une couverture qui reçoive la pluie et les injures de l'air, et qui serve, pour ainsi dire, de toit à l'aréostat.

» On a dressé, d'après ces principes, deux projets de construction : l'un a pour objet de faire les plus longs voyages, même au-dessus des mers et dans les climats peu connus. Ce projet est l'image de ce que pourra devenir un jour la navigation aérienne. Cette machine porterait trente hommes avec des vivres pour soixante jours, et son exécution coûterait plus de 3 millions.

» Le second projet, destiné seulement pour six hommes et pour une épreuve des moyens nouveaux auxquels les recherches ont conduit, pourrait servir, pendant une campagne, à faire sur le continent une sorte de croisière d'observations et d'expériences ; outre l'avantage de juger ce qu'on peut espérer de la navigation dont il s'agit, l'exécution d'un tel projet procurerait les observations les plus intéressantes aux sciences, qui manquent absolument de données sur la constitution de l'atmosphère. »

Nous avons donné textuellement, et en leur entier, les considérations générales qui précèdent le mémoire du général Meunier, avec le regret de n'y pas trouver plus de développements ; mais nous nous bornerons à un simple aperçu sur les différents chapitres qui traitent du poids et du prix de revient de chacune des machines dont le projet a été étudié ; nous nous arrêterons avec plus de soin sur ce qui concerce les oscillations du ballon, la

pratique pouvant tirer un parti utile de ces considérations théoriques, en général négligées.

État général du poids des différentes parties d'une machine aérostatique calculée pour porter six hommes (1).

Six hommes à 150 l'un.	900
Charpente, menuiserie en fer pour les assemblages et la suspension de la gondole	1,000
Manivelles et volants en fer; un soufflet, le gouvernail. .	360
Vivres, bagages, ustensiles, instruments d'observation. .	500
Une ancre, un grappin, grelins de l'ancre et du grappin, six palans verticaux, six palans horizontaux avec leurs piquets, etc.	1,480
Total du poids de la gondole, des hommes et des agrès. .	4,240
Moyens de direction, cordages qui les suspendent, capsmouton, échelles de corde et filets de sûreté, sangles, cordages attachés au ballon pour ses différentes manœuvres (2). .	1,280
Les deux enveloppes de taffetas verni pour l'air inflammable et l'air atmosphérique, à 10 *gros par pied carré*, les appendices, l'enveloppe de force en soie écrue, calculée pour résister à une pression de 2 pouces de mercure.	5,607
Pavillon et couverture de l'hémisphère supérieur, poulies, drisses, cordages pour tendre la couverture, etc.	4,395
Poids total de la machine aérostatique.	15,522

Ce poids exige, pour être enlevé, un volume d'hydrogène de 196,122 pieds cubes. La capacité du ballon adopté par Meunier est de 287,586 pieds cubes; il reste dedans un espace de 91,464 pieds cubes pour loger de l'air atmosphérique; cet espace étant le tiers du volume total, l'hydrogène ne pouvait remplir la capacité entière de la machine que quand la pression extérieure aurait diminué dans la même proportion. Une pareille machine pourra donc s'élever jusqu'à 3000 mètres sans recourir à l'emploi du lest ni de la soupape. Cette disposition mériterait sans doute de trouver place dans les essais modernes.

Partant de ces chiffres, le Mémoire que nous avons sous les

(1) Les poids étant exprimés en livres dans le Mémoire, nous avons conservé cette désignation.

(2) Aucune indication n'est donnée sur la nature des moyens de direction, si ce n'est cette expression : rames tournantes.

yeux se livre à un devis estimatif fait avec le plus grand soin, duquel il résulte que la dépense de cet aérostat serait de 313,762 fr.

Un travail semblable établi pour la grande machine destinée à porter trente hommes et des vivres pour soixante jours, porte à 133,663 livres le poids total, et l'estimation de la dépense à 2,564,333 fr. Nous ne reproduisons dans ce devis que ce qui est relatif aux appareils de direction.

Moyens de direction, cordages qui les suspendent entre le ballon et la gondole, caps-mouton, leurs poulies et cordages qui soutiennent le gouvernail.

Détail d'une paire de rames tournantes : essieux de fer, ses 8 oreilles et sa clavette	42
Les crochets qui entrent dans les 8 oreilles	10
Boîte de cuivre du moyeu	12
6 frettes au moyeu	12
48 clous pour les deux roues	2
Moyeu avec ses deux bras en orme	120
140 pieds d'une chaîne de fer de 4 lignes de diamètre, à 1 livre 3 onces par pied	182
Les 2 mâts de la rame en sapin	82
Les 2 vergues, armure de cuivre comprise	28
Voiles des deux rames, cordes qui les tendent	84
Total	565
Pour les 3 paires de rames tournantes ensemble	1,695
30 caps-mouton pour les drisses et haubans des moyens de direction, à 6 livres l'un	180
12 poulies pour les drisses, à 2 livres chacune	24
12 drisses qui suspendent les essieux entre le ballon et la gondole après avoir été passer sur des poulies attachées au ballon; longueur ensemble 1,848 pieds, auxquels il faut en ajouter 504 pour les 12 haubans allant des essieux à la gondole. Ces cordes ont 2 pouces de grosseur et pèsent 3 livres 2 onces par pied courant; les 2,352 pèsent	470
Les cordages qui soutiennent le gouvernail ont ensemble 180 pieds de longueur; ils ont 14 lignes de grosseur et pèsent 0,4 d'once par pied courant; les 180 pieds pèsent donc	6
Quatre poulies sur lesquelles passent les grelins des ancres et du grappin. Ces poulies ont 1 pied de diamètre et 3 pouces de profondeur de gorge ; chacune pèsera 35 livres : les 4 ensemble	140
Poids total des moyens de direction, de leurs drisses, haubans, caps-mouton, etc.	2,515

Nous pourrions multiplier sans grand intérêt ces détails qui suffiraient à remplir tout un volume, tellement ils ont été étudiés dans leurs plus minutieuses parties. Il ne s'agissait point cependant d'ouvrir une souscription nationale dans laquelle viendraient se perdre les fonds d'une trop confiante crédulité ; cette étude raisonnée a pour nous plus de poids que certaines publications intéressées, et démontre quelles sont les difficultés immenses que l'on rencontrera lorsqu'on voudra faire dans cette direction des recherches sérieuses.

Arrivons à la seule partie véritablement utile et originale du Mémoire qui nous occupe, le calcul des moments d'inertie et des durées d'oscillation de la machine aérostatique naviguant au milieu des airs. Nous n'en reproduirons le texte que pour un seul des deux projets, celui destiné au transport de six hommes.

Calcul de la stabilité d'une machine aérostatique destinée à porter six hommes; 130 pieds de longueur sur 65 pieds de diamètre.

	Poids des parties de la machine	Distance du centre de gravité des parties de la machine à celui du ballon.	Moments des parties de la machine par rapport au centre du ballon.
	Livres.	Pieds.	
Parties de la machine dont le centre de gravité est au-dessus de celui du ballon.			
Paratonnerre, ses haubans.	80	40	3200
Toile du pavillon quand elle est repliée. . .	2500	1642	41050
Couverture de l'hémisphère supérieur du ballon.	800	82	6560
Parties de la machine dont le centre de gravité peut être regardé comme étant au centre du ballon ou au-dessus.			
Poulies du pavillon, aunières sur lesquelles elles roulent, et cordes attachées à l'hémisphère du ballon, ensemble.	215	»	»
Sangles, échelles de corde, marchepieds et filets de sûreté, ensemble.	550	»	»
Enveloppes et appendices.	5607	»	»
Drisses du pavillon.	200	22	4400
Grelins qui servent à soutenir le pavillon contre l'action du vent.	600	6	3600
Cordages attachés au méridien horizontal du ballon.	160	16	2560
Moyens de direction, leurs drisses et haubans, leurs caps-mouton, poulies des ancres et cordages du gouvernail.	469	46	21574
Haubans de suspension et leurs caps de mouton.	100	38	2800
Grelin de l'ancre et celui du grappin. . . .	250	62,5	15626
Somme des moments à peu près égale à la précédente.	»	»	51559
Poids qu'on peut regarder comme réunis au centre du ballon.	11531	»	»
Poids de la gondole, des hommes, des vivres, ustensiles et agrès, ensemble. . . .	3991	62,5	2494375

	Poids des parties de la machine	Distance du centre de gravité des parties de la machine à celui du ballon.	Moments des parties de la machine par rapport au centre du ballon.
	Livres.	Pieds.	
Poids total de la machine, somme pareille à l'état général des poids.	15522	»	»
La théorie de la stabilité donne le métacentre pour les oscillations, suivant la longueur de la machine, par la formule suivante : $n = \left(\frac{P + E}{P}\right) \times \frac{3}{2}\left(\frac{l^2 - h^2}{h^2}\right) \frac{(h - h)^2}{3h - 2x^2}$. P, étant le poids des objets réunis au centre de la gondole, ou 3991 livres ; E, celui des objets censés réunis au centre du ballon, ou 11531 livres ; I, le grand axe du ballon, ou 130 pieds ; h, le petit axe, ou 62 pieds et demi ; x, la hauteur occupée par l'air inflammable lorsque le ballon est à terre, ou les 61/100 de h ; enfin n, la distance du métacentre au centre du ballon. On trouve, par cette formule, la distance susdite de 97 pieds ; cette distance, plus grande que celle que nous avons montrée, que le rapport de 2 à 1 qui se trouve entre les deux axes, n'est point convenable pour la stabilité de la machine dont il est ici question. Mais en faisant le grand axe de 113 pieds, et le petit de 70 pieds, ce qui ne change d'une manière sensible ni le volume du ballon, ni le poids de ses différentes parties, on aura la distance du centre des poids de la gondole à celui du ballon, de. . .	»	65	»
La formule ci-dessus donnera la distance du métacentre au centre du ballon, de. . . .	»	56	»
Par conséquent, le bras de levier de stabilité suivant la longueur de.	»	56	»
Enfin le moment de stabilité suivant la longueur.	»		35419
Pour les oscillations suivant le travers de la machine, le métacentre est au centre même du ballon : ainsi le bras de levier de la stabilité suivant le travers est.	»	65	
Et le moment de stabilité suivant le travers.	»	»	259415

Calcul des moments d'inertie des différentes parties de la machine destinée à porter six hommes, pour déterminer la durée de ses oscillations dans le sens du tangage et dans celui du roulis.

NOTA. La machine dont il s'agit ici pouvant, sans erreur sensible, être supposée la moitié de la précédente, suivant toutes ses dimensions, on déterminera les moments d'inertie en divisant ceux qui appartiennent à la grande machine par les rapports des dimensions, ou par 4, et par le rapport des poids absolus.	Poids.	Moments d'inertie par rapport à l'axe autour duquel s'exécute le tangage.	Moments d'inertie par rapport à l'axe autour duquel s'exécute le roulis.
Poids absolu de toute la machine. . .	15522	»	»
Moments d'inertie.	»	42158898	31837202
Si l'on veut tenir compte des moments d'inertie des airs renfermés dans la machine, on les a calculés directement.			
Moments d'inertie du mélange d'air inflammable et d'air atmosphérique qui remplit la machine.	»	19733273	11009051
Moment d'inertie de la machine. . . .	»	61892171	42843253

Divisant les moments d'inertie désignés ci-dessus par les moments de stabilité, on a eu 1747 pieds et 1190 pieds pour les limites de la longueur du pendule simple qui oscillerait dans le même temps que la machine dans son mouvement de tangage.

De même, on a eu 165 pieds et 123 pieds pour la longueur du pendule simple qui oscillerait dans le même temps que la machine dans son mouvement de roulis.

Il suit de là que la durée des oscillations de la machine, dans le sens du tangage, serait entre 24 et 20 secondes, et la durée des oscillations de la machine, dans le sens du roulis, serait entre 7 et 5 secondes.

L'immense travail dans lequel nous venons de puiser les pages qui précèdent se termine par un devis estimatif fait avec le même soin, pour un bâtiment destiné à la construction de la grande

machine aérostatique. Ce devis, qui ne s'élève pas à moins de 743,000 fr., tendrait à démontrer que l'on avait, à un certain moment, pensé à cette construction ; mais quelque désir que l'on ait eu de se livrer à des expériences sérieuses sur cette grande question de la navigation aérienne, les dépenses prévues ont sans doute été un obstacle à leur réalisation, alors surtout que l'on n'espérait en aucune façon lutter avec avantage contre les courants atmosphériques.

(*Le Conservatoire*, janvier 1851.)

NOTE VII.

DESCRIPTION DE L'AÉROSTAT A VAPEUR EXPÉRIMENTÉ A PARIS PAR M. HENRI GIFFARD.

L'appareil aéronautique dont je viens de faire l'expérience a présenté pour la première fois, dans l'atmosphère, la réunion d'une machine à vapeur et d'un aérostat d'une forme nouvelle et convenable pour la direction. Ce dernier est allongé et terminé par deux pointes; il a 12 mètres de diamètre au milieu et 44 mètres de longueur ; il contient environ 2,500 mètres cubes de gaz; il est enveloppé de toutes parts, sauf à sa partie inférieure et aux pointes, d'un filet dont les extrémités ou pattes d'oie viennent se réunir à une série de cordes fixées à une traverse horizontale de bois de 20 mètres de longueur ; cette traverse porte à son extrémité une espèce de voile triangulaire assujettie par un de ses côtés à la dernière corde partant du filet, et qui lui tient lieu de charnière ou axe de rotation.

Cette voile représente le gouvernail et la quille ; il suffit, au moyen de deux cordes qui viennent se réunir à la machine, de l'incliner de droite à gauche pour produire une déviation correspondante à l'appareil et changer immédiatement de direction ; à défaut de cette manœuvre, elle revient aussitôt se placer d'elle-même dans l'axe de l'aérostat, et son effet normal consiste alors à faire l'office de quille ou de girouette, c'est-à-dire à maintenir l'ensemble du système dans la direction du vent relatif.

A 6 mètres au-dessous de la traverse est suspendue la machine à vapeur et tous ses accessoires.

Elle est posée sur une espèce de brancard de bois dont les quatre extrémités sont soutenues par les cordes de suspension, et dont le milieu, garni de planches, est destiné à supporter les personnes et l'approvisionnement d'eau et de charbon.

La chaudière est verticale et à foyer intérieur sans tubes ; elle est entourée extérieurement, en partie, d'une enveloppe de tôle qui, tout en utilisant mieux la chaleur du charbon, permet aux gaz de la combustion de s'écouler à une plus basse température ; la cheminée est dirigée de haut en bas, et le tirage s'y opère au moyen de la vapeur qui vient s'y élancer avec force à sa sortie du cylindre, et qui, en se mélangeant avec la fumée, abaisse encore considérablement sa température, tout en les projetant rapidement dans une direction opposée à celle de l'aérostat.

La combustion du charbon a lieu sur une grille complétement entourée d'un cendrier, de sorte qu'en définitive il est impossible d'apercevoir extérieurement la moindre trace de feu. Le combustible que j'emploie est du coke de bonne qualité.

La vapeur produite se rend aussitôt dans la machine proprement dite ; celle-ci est à un cylindre vertical dans lequel se meut un piston qui, par l'intermédiaire d'une bielle, fait tourner l'arbre coudé placé au sommet.

Celui-ci porte à son extrémité une hélice à 3 palettes de 3m,40 de diamètre, destinée à prendre le point d'appui sur l'air et à faire progresser l'appareil. La vitesse de l'hélice est d'environ 110 tours par minute, et la force que développe la machine pour la faire tourner est de 3 chevaux, ce qui représente la puissance de 25 à 30 hommes. Le poids du moteur proprement dit, indépendamment de l'approvisionnement et de ses accessoires, est de 100 kilogrammes pour la chaudière, et de 50 kilogrammes pour la machine ; en tout, 150 kilogrammes, ou 50 kilogrammes par force de cheval, ou bien encore 5 à 6 kilogrammes par force d'homme ; de sorte que s'il s'agissait de produire le même effet par ce dernier moyen, il faudrait, ce qui serait impossible, enlever 25 à 30 hommes représentant un poids moyen de 1800 kilogrammes, c'est-à-dire un poids douze fois plus considérable.

De chaque côté de la machine sont deux bâches, dont l'une contient le combustible et l'autre l'eau destinée à être refoulée dans la chaudière au moyen d'une pompe mue par la tige du pis-

ton. Cet approvisionnement représente également la quantité de lest dont il est indispensable de se munir, même en assez grande quantité, pour parer aux fuites de gaz par les pores du tissu ; de sorte qu'ici la dépense de la machine, loin d'être nuisible, a pour effet très avantageux de délester graduellement l'aérostat, sans avoir recours aux projections de sable ou à tout autre moyen employé habituellement dans les ascensions ordinaires.

Enfin l'appareil moteur est monté tout entier sur quelques roues mobiles en tous sens, ce qui permet de le transporter facilement à terre; cette disposition pouvant, en outre, être utile dans le cas où la machine viendrait toucher le sol avec une certaine vitesse horizontale.

Si l'aérostat était rempli de gaz hydrogène pur, il pourrait enlever en totalité 2800 kilogrammes, ce qui lui permettrait d'emporter une machine beaucoup plus forte et un certain nombre de personnes. Mais, vu les difficultés de toute espèce de se procurer actuellement un pareil volume, il est nécessaire d'avoir recours au gaz à éclairage, dont la densité est, comme on sait, très supérieure à celle de l'hydrogène. De sorte que la force ascensionnelle totale de l'appareil se trouve diminuée de 1000 kilogrammes et réduite à 1800 kilogrammes environ, distribués comme suit :

Aérostat avec la soupape	320 k.
Filet	150
Traverse, cordes de suspension, gouvernail, cordes d'amarrage	300
Machine et chaudière vide	150
Eau et charbon contenus dans la chaudière au moment du départ	60
Châssis de la machine, brancard, planches, roues mobiles, bâches à eau et à charbon	420
Corde traînante pour arrêter l'appareil en cas d'accident	80
Poids de la personne conduisant l'appareil	70
Force ascensionnelle nécessaire au départ	10
	1560 k.

Il reste donc à disposer d'un poids de 248 kilogrammes qu'il est plus prudent d'affecter uniquement à l'approvisionnement d'eau et de charbon, et par conséquent de lest.

Tout ceci posé, le problème à résoudre pouvait être envisagé

sous deux points de vue principaux : la suspension convenable d'une machine à vapeur et de son foyer sous un aérostat de forme nouvelle, plein de gaz inflammable, et la direction proprement dite de tout le système dans l'air.

Sous le premier rapport, il y avait déjà des difficultés à vaincre : en effet, jusqu'ici les appareils aérostatiques enlevés dans l'atmosphère s'étaient bornés invariablement à des globes sphériques ou ballons tenant suspendu par un filet un poids quelconque, soit une nacelle ou espèce de panier, pouvant contenir une ou plusieurs personnes, soit tout autre objet plus ou moins lourd. Toutes les expériences tentées en dehors de cette primitive et unique disposition avaient eu lieu, ce qui est infiniment plus commode et moins dangereux, sur de petits modèles tenus captifs par l'expérimentateur ; le plus souvent elles étaient restées à l'état de projet ou de promesse.

En l'absence de tout fait antérieur suffisamment concluant, et malgré les indications de la théorie, je devais encore concevoir certaines craintes sur la stabilité de l'appareil ; l'expérience est venue pleinement rassurer à cet égard, et prouver que l'emploi d'un aérostat allongé, le seul que l'on puisse espérer diriger convenablement, était, sous tous les autres rapports, aussi avantageux que possible, et que le danger résultant de la réunion du feu et d'un gaz inflammable pouvait être complétement illusoire.

Pour le second point, celui de la direction, les résultats obtenus ont été ceux-ci : Dans un air parfaitement calme, la vitesse de transport en tous sens est de 2 à 3 mètres par seconde ; cette vitesse est évidemment augmentée ou diminuée, par rapport aux objets fixes, de toute la vitesse du vent, s'il y en a, et suivant qu'on marche avec ou contre, absolument comme pour un bateau montant ou descendant un courant quelconque ; dans tous les cas, l'appareil a la faculté de dévier plus ou moins de la ligne du vent, et de former avec celle-ci un angle qui dépend de la vitesse de ce dernier.

Ces résultats sont d'ailleurs conformes à ceux que la théorie indique, et je les avais à peu près prévus d'avance à l'aide du calcul et des faits analogues relatifs à la navigation maritime.

Telles sont les conditions dans lesquelles se trouve ce premier appareil ; elles sont certainement loin d'être aussi favorables que possible ; mais si l'on réfléchit aux difficultés de toute nature qui doivent entourer ces premières expériences faites avec des moyens

d'exécution excessivement restreints et à l'aide de matériaux incomplets et imparfaits, on sera convaincu que les résultats obtenus, quelque incomplets qu'ils soient encore, doivent conduire, dans un avenir prochain, à quelque chose de positif et de pratique.

Pour cela, que faut-il? Un appareil plus considérable, permettant l'emploi d'un moteur relativement beaucoup plus puissant et ayant à sa disposition toutes les ressources pratiques accessoires sans lesquelles il lui est impossible de fonctionner convenablement.

Je me propose d'ailleurs d'aller au-devant de toutes les objections en faisant connaître incessamment les principes généraux, théoriques et pratiques sur lesquels je crois que la navigation aérienne par la vapeur doit être basée.

Les diverses explications que je viens de donner me dispensent d'entrer dans de longs détails sur le voyage aérien que j'ai fait. Je suis parti seul de l'Hippodrome le 24, à cinq heures et quart. Le vent soufflait avec une assez grande violence. Je n'ai pas songé un seul instant à lutter directement contre le vent; la force de la machine ne me l'eût pas permis, cela était prévu d'avance et démontré par le calcul; mais j'ai opéré avec le plus grand succès diverses manœuvres de mouvement circulaire et de déviation latérale.

L'action du gouvernail se faisait parfaitement sentir, et à peine avais-je tiré légèrement une de ses deux cordes de manœuvre, que je voyais immédiatement l'horizon tournoyer autour de moi. Je suis monté à une hauteur de 1500 mètres, et j'ai pu m'y maintenir horizontalement à l'aide d'un nouvel appareil que j'ai imaginé et qui indique immédiatement le moindre mouvement vertical de l'aérostat.

Cependant la nuit approchait; je ne pouvais rester plus longtemps dans l'atmosphère. Craignant que l'appareil n'arrivât à terre avec une certaine vitesse, je commençai à étouffer le feu avec du sable; j'ouvris tous les robinets de la chaudière; la vapeur s'écoula de toutes parts avec un fracas horrible. J'eus un moment la crainte qu'il ne se produisît quelque phénomène électrique, et pendant quelques instants je fus enveloppé d'un nuage de vapeur qui ne me permettait plus de rien distinguer.

J'étais en ce moment à la plus grande élévation que j'aie atteinte; le baromètre marquait 1800 mètres; je m'occupai im-

médiatement de regagner la terre, ce que j'effectuai très heureusement dans la commune d'Élancourt, près de Trappes, dont les habitants m'accueillirent avec le plus grand empressement et m'aidèrent à dégonfler l'aérostat.

A dix heures, j'étais de retour à Paris. L'appareil a éprouvé à la descente quelques avaries insignifiantes qui seront bientôt réparées, et alors je m'empresserai de renouveler cette expérience, soit par moi-même, soit en la confiant à l'habileté et à la hardiesse de mes collaborateurs.

Je ne terminerai pas sans faire savoir que j'ai été puissamment secondé dans cette entreprise par MM. David et Sciama, ingénieurs civils, anciens élèves de l'école centrale. C'est grâce à leur dévouement sans bornes, aux sacrifices de toute espèce qu'ils se sont imposés, et à leur concours intelligent, que j'ai pu arriver à réaliser, même partiellement, des idées depuis longtemps préconçues, et que, sans eux, il m'eût été probablement impossible de mettre à exécution dans un avenir prochain

Je saisis avec empressement cette occasion de leur en témoigner publiquement toute ma reconnaissance : c'est pour moi un devoir et une satisfaction.

(*La Presse*, 26 septembre 1852.)

NOTE VIII.

TEXTE DES DÉPOSITIONS DE GEORGE BARNES ET DE JAMES MAC-INTYRE.

Je soussigné, Georges O. Barnes, de Plymouth, état de Massachusetts, dépose et dis :

Que pendant l'automne de l'année 1844, j'étais étudiant en chimie chez le docteur Jackson;

Que, pendant le mois de septembre, je travaillais dans l'arrière-chambre du laboratoire, lorsque M. M.-T.-G. Morton passa par cette chambre sans doute pour se rendre dans la maison qui touchait le laboratoire. Il revint bientôt, ayant en main un sac de gomme élastique appartenant au docteur Jackson. Comme il se dirigeait vers la salle où se trouvent les appareils, j'entendis le docteur Jackson lui demander ce qu'il voulait faire de ce sac. Il

répondit qu'ayant une malade tout à fait réfractaire, qui ne voulait pas se laisser arracher une dent, il voulait agir sur son imagination de manière qu'elle le laissât faire l'opération. Il voulait remplir le sac d'air, voulant dire, à ce que je crus comprendre, de l'air atmosphérique; ce qui lui donnerait une apparence formidable. Il demanda au docteur Jackson comment il devait faire pour gonfler le sac. « Par le moyen des poumons ou d'une paire de soufflets, » répondit celui-ci. « Mais, continua-t-il, je crois, monsieur Morton, que votre projet est bien absurde; votre malade ne se laissera pas tromper de cette manière, et vous n'arriverez à aucun autre résultat qu'à celui de vous faire dénoncer comme un imposteur. » — « Je ne vois pas cela, reprit M. Morton; je crois qu'avec un sac bien rempli d'air, sous mon bras, je lui ferai accroire tout ce que je voudrai. » En disant cela, il mit le sac sous son bras, et le pressant plusieurs fois avec son coude, il lui montra la manière dont il voulait le faire agir. « Si je pouvais seulement réussir à lui ouvrir la bouche, dit Morton, je lui arracherais sa dent. Un homme n'a-t-il pas saigné jusqu'à ce que mort s'ensuivît par le seul effet de son imagination? » Comme il continuait à détailler son expérience, le docteur Jackson l'interrompit et lui dit : « Ah bah! je ne pense pas que vous croyiez de semblables histoires. Je vous conseille d'abandonner l'idée que vous avez de tromper vos malades par le moyen de l'air atmosphérique; vous ne réussirez qu'à vous faire du tort. » M. Morton répondit : « Je m'en soucie peu, je ferai toujours mon expérience avec l'air atmosphérique. »

M. Morton quitta le docteur Jackson et la chambre où se trouvaient les appareils, dans laquelle la dernière partie de cette conversation avait eu lieu. Il se dirigeait de la chambre de devant vers la porte qui donne sur la rue en balançant de sa main son sac de gomme élastique. Le docteur Jackson le suivit, prit le sac de ses mains et le jeta à terre. Pendant leur conversation, ils avaient parlé du protoxyde d'azote, mais ils n'avaient pas dit un mot de l'éther sulfurique. M. Morton n'avait même pas demandé au docteur Jackson un moyen pour prévenir la douleur pendant qu'il arracherait des dents. Le docteur Jackson s'adressa à lui, et lui dit : « Maintenant, Morton, je puis vous indiquer quelque chose qui produira un effet réel. Allez chez l'apothicaire Burnett. Achetez de l'éther sulfurique très fort; le plus fort il sera, le mieux il vaudra. Versez-le sur votre mouchoir, mettez-le sur la

bouche de votre malade, et faites bien attention à ce qu'elle respire convenablement. En une ou deux minutes, vous produirez une parfaite insensibilité. » — « De l'éther sulfurique, dit Morton, qu'est-ce que c'est? est-ce un gaz? En avez-vous un peu? montrez-m'en. » Le docteur Jackson alla vers l'appareil et en tira une bouteille d'éther sulfurique. M. Morton l'examina, le sentit comme s'il n'en avait jamais vu, en disant : « Il possède une singulière odeur! Êtes-vous sûr que cela produira l'effet désiré? » — « Oui, répondit le docteur Jackson, j'en suis persuadé! » Je n'entendis pas la fin de la réponse du docteur, je fus obligé de passer dans l'autre chambre, parce que j'y faisais une analyse. J'entendis alors M. Morton répéter : « Êtez-vous sûr que cela réussisse? » Il demanda même à M. Mac-Intyre, autre étudiant, et à moi-même, si nous croyions que l'emploi de ce nouvel agent fût sans danger.

« Est-ce que cela ne fera pas de mal à la malade? » dit-il, « Non, » répondit le docteur Jackson. Le docteur Jackson raconta alors sommairement ses propres expériences et les effets qu'elles avaient produits. Il dit que lorsque les malades avaient respiré de l'éther une douzaine de fois, ils s'affaissaient insensiblement sur la chaise. « Vous pourrez alors, dit le docteur Jackson, faire ce que vous voudrez avec eux, et ils ne s'apercevront de rien et ne souffriront nullement; vous enlèverez leurs dents à loisir. » Il répéta distinctement : « L'éther ne fera aucun mal, je puis vous l'assurer. » Certes, le docteur Jackson poussa l'affaire avec instance, et montra toujours la confiance la plus parfaite. Il prit sur lui-même toute la responsabilité. Il conseilla à M. Morton d'essayer l'éther sur lui-même, en disant que c'était le seul moyen de se convaincre de son efficacité. « Enfermez-vous dans votre chambre, dit-il, et respirez-en comme je vous ai enseigné à le faire. » Le docteur Jackson prit alors son mouchoir, fit semblant d'y verser l'éther, et se l'appliquant à la bouche, il fit quelques longues aspirations en disant : « C'est ainsi que vous devez le prendre. » Morton s'en alla alors, et promit de l'essayer immédiatement. Les étudiants qui étaient dans le laboratoire conversèrent beaucoup sur cette expérience, et l'un d'eux ayant demandé si M. Morton réussirait, le docteur Jackson répondit avec beaucoup de confiance: « Certainement, s'il suit mes instructions. »

Je ne me rappelle pas si c'est dans l'après-midi du jour même où du jour suivant que M. Morton vint annoncer le succès de son essai. Il déclara qu'il l'avait essayé sur un malade avec un succès

complet ; car il lui avait arraché une dent, il avait été insensible à l'opération et ne s'aperçut même pas quand on la fit. Le docteur Jackson ne fut pas le moins du monde surpris; il parut, au contraire, attendre ce résultat. Morton avait l'intention de faire bientôt une autre extraction de dent. Le docteur Jackson lui dit alors : « Il faut que vous alliez au docteur Warren, et que vous lui demandiez la permission d'administrer de l'éther à l'hôpital général de Massachusetts; et, si cela est possible, tâchez de l'employer dans une opération sérieuse. Car on ne croira pas au pouvoir de l'éther pour produire l'insensibilité dans le simple cas de l'extraction d'une dent, puisqu'il arrive très souvent que les malades disent n'avoir rien souffert, lorsque, dans les cas ordinaires, le tour de main est fait avec promptitute et que l'opération est pratiquée avec adresse. Cette preuve ne serait pas satisfaisante pour le public. » Morton fit d'abord beaucoup d'objections pour aller à l'hôpital; parce que, dit-il, on pourrait sentir l'éther, ce qui divulguerait un secret qu'il voulait garder. Il demanda si l'on ne pourrait pas y mettre quelque chose qui en cachât l'odeur. Le docteur Jackson répondit : « Oui, quelque essence française, comme de l'huile de néroli, peut remplir ce but. Il restera un parfum agréable sur le malade qui conservera l'odeur des roses, » continua-t-il en riant. Après quelques débats, comme le docteur Jackson insistait toujours, Morton promit de se rendre à l'hôpital.

Dans le cours de la conversation, M. Morton pria continuellement le docteur Jackson de garder le secret de cette découverte. « Non, répondit le docteur, je ne veux avoir aucun secret pour mes confrères; j'ai l'intention de communiquer au docteur Keep ce que je vous ai déjà communiqué à vous-même. » En effet, il n'eut jamais rien de caché pour tous ceux qui vinrent lui demander des renseignements sur ce sujet.

Quelque temps après, lorsque l'expérience eut été couronnée de succès, tant à l'hôpital que partout ailleurs, et tandis que l'on négociait le brevet, le docteur Jackson pria M. Morton, à qui il avait accordé le droit de faire usage de l'éther, d'en accorder le libre usage à l'hôpital. J'étais présent. Il lui disait que l'on devait l'accorder aux pauvres. Morton montra beaucoup de répugnance, et demanda s'il n'y avait pas à l'hôpital quelques malades payants qui pourraient le rémunérer. La discussion continua pendant longtemps; M. Morton répondit enfin qu'il agirait comme le docteur Jackson le désirerait.

Quelques jours après, tandis que le docteur Jackson était absent, M. Morton vint au cabinet, apportant avec lui un ballon de verre à deux ouvertures seulement. Il nous proposa d'attacher à l'une de ces ouvertures un sac de gomme élastique contenant de l'éther sulfurique, et de mettre une éponge dans le ballon. Le malade respirerait par l'autre ouverture. Il n'y avait pas d'ouverture qui admît l'air atmosphérique. Il avait l'intention, nous dit-il, de faire respirer au malade de l'éther pur non mélangé d'air. Je lui fis remarquer que l'air était indispensable; sachant fort bien qu'il serait dangereux pour le malade de respirer de l'éther non mélangé d'air. Nous lui dîmes aussi que l'éther dissoudrait la gomme élastique. Il nous dit alors qu'il fermerait l'une des ouvertures avec un bouchon. C'était toujours son intention de ne pas admettre de l'air atmosphérique.

Quelque temps après, j'entendis le docteur Jackson dire que M. Morton était très inconsidéré. Il avait appris que M. Morton n'agissait pas selon les règles de la prudence en administrant de l'éther. Le docteur Jackson disait que cet agent ne devait se trouver qu'entre les mains de personnes soigneuses et habiles. Il était, en effet, très fâché d'avoir communiqué sa découverte à M. Morton et de l'avoir employé pour faire ses premières expériences avec l'éther. Il s'exprima énergiquement sur ces points.

Signé George O. Barnes.

État de Massachusetts, comté de Suffolk.

Boston, 21 mai 1847.

Attesté sous serment devant moi.

Signé Joseph Quincy *junior*,
Juge de paix.

Je soussigné, James Mac-Intyre, de Bangor, État de Maine, dépose et dis :

Qu'au mois de septembre de l'année 1846, j'étais étudiant en chimie chez le docteur Charles T. Jackson, de Boston. Vers la fin de septembre, je me trouvais dans la chambre de devant du laboratoire, lorsque M. W.-T.-G. Morton entra et demanda le docteur

Jackson. Il passa à travers le cabinet et entra dans la maison attenante au laboratoire. Peu de temps après, il vint dans l'arrière-chambre, il tenait entre ses mains un sac de gomme élastique, et passa ensuite dans la chambre où se trouvent les appareils. Le docteur Jackson rentra avec lui ou quelque temps après ; il lui demanda ce qu'il voulait faire de ce sac de gomme élastique. Il répondit qu'il voulait s'en servir pour agir sur l'imagination d'une malade en lui faisant respirer de l'air. Je ne me rappelle pas les expressions propres de M. Morton, mais leur portée était celle-ci : Il désirait extraire quelques dents à une dame qui faisait des résistances à cause de la douleur qu'elle craignait d'éprouver. Il espérait lui faire accroire qu'en respirant l'air renfermé dans le sac, elle n'éprouverait aucune douleur de l'extraction de sa dent. Afin de démontrer l'effet que cela pourrait produire sur l'imagination, il raconta une expérience que l'on fit sur deux criminels. L'un d'eux saigna jusqu'à ce que mort s'ensuivît ; l'autre mourut par l'effet de son imagination, lorsque, après avoir piqué son bras, on y eut versé de l'eau chaude. Le docteur Jackson répondit que c'était absurde et que cela n'était jamais arrivé. Il dit à M. Morton qu'il était inutile d'essayer son expérience, parce qu'il ne pourrait agir à ce point sur l'imagination de la malade, et que, s'il ne réussissait pas, elle le signalerait comme un charlatan. On parla alors de l'usage des gaz hilarants. Je ne me rappelle pas au juste si ce fut M. Morton ou le docteur Jackson qui provoqua ce sujet. M. Morton lui demanda s'il ne pourrait pas en faire lui-même. Le docteur Jackson lui répondit qu'il ne pourrait réussir sans un appareil et sans l'assistance de quelque chimiste ; et que s'il entreprenait de le faire lui-même, il obtiendrait du bioxyde au lieu du protoxyde d'azote. Il demanda au docteur Jackson si lui-même ne pourrait pas lui en préparer un peu. Le docteur Jackson refusa à cause des affaires qu'il avait. M. Morton s'en retourna avec son sac, et sans doute il avait toujours l'intention d'en faire usage en l'emplissant d'air atmosphérique. Comme il s'en allait, le docteur Jackson lui dit qu'il pourrait lui donner quelque chose qui rendrait les malades insensibles, et qu'alors il pourrait faire avec eux ce qu'il lui plairait. Morton demanda ce que c'était. « Allez chez l'apothicaire Burnett, lui dit le docteur Jackson, prenez-y de l'éther sulfurique purifié, versez-en sur un mouchoir que vous placerez sur la bouche de la malade, et faites-lui respirer. » M. Morton demanda qu'est-ce que c'était que l'éther sulfurique,

et à quoi cela ressemblait. Je demeurai dans la chambre de devant, tandis que M. Morton et le docteur Jackson allèrent regarder l'éther. D'après la question que me fit M. Morton sur l'éther, j'acquis la conviction qu'il ne connaissait rien de ses propriétés ni de sa nature. Je l'entendis encore demander au docteur Jackson s'il ne courait aucun risque en en faisant usage. Le docteur Jackson lui répondit que non ; il fit allusion aux étudiants de Cambridge qui avaient l'habitude de l'employer. Morton parut toujours avoir peur d'administrer l'éther. Il demanda de nouveau au docteur Jackson s'il n'y avait pas de danger. Le docteur Jackson lui répondit alors de l'essayer sur lui-même. M. Morton me demanda si je consentirais à en prendre. Je lui répondis : « Oui. » Je n'entendis pas toute la conversation de ces messieurs, parce que je ne fus pas toujours dans la chambre ; mais je fus assuré, d'après ce que j'avais entendu, que M. Morton vint au laboratoire sans qu'il eût la moindre idée d'employer de l'éther ou tout autre chose qui pût détruire la sensibilité ; qu'il ne connaissait alors rien des propriétés de l'éther ; que le docteur Jackson lui communiqua l'idée de l'employer, et qu'il ne consentit à l'employer que lorsque le docteur Jackson lui eut dit que cela produirait l'insensibilité et qu'il pouvait l'administrer sans danger. Le jour qui suivit cette conversation, M. Morton entra dans le cabinet, et dit au docteur Jackson que l'éther avait merveilleusement agi et que le malade n'avait rien senti.

Tant que je fus dans le laboratoire du docteur Jackson, je ne le vis jamais douter de l'effet que produirait l'éther en causant l'insensibilité. Mais je lui ai entendu dire qu'il devait être administré avec soin, et seulement par des personnes qui en connaissaient la nature.

Signé James Mac-Intyre.

États-Unis d'Amérique, État de Massachusetts, comté de Suffolk.

En ce jour, le nommé James Mac-Intyre a paru devant moi, et, dûment assermenté, il a dit et déclaré ce qui se trouve dans cet écrit par lui signé, et qu'il a présenté comme son témoignage sur les matières qui y sont spécifiées.



En foi de quoi j'ai signé le présent écrit, et j'y ai apposé le sceau de mon bureau.

Boston, 1er avril 1847.

Signé JOHN P. BIGELOW,
Notaire public.

(*Défense des droits du docteur Charles T. Jackson à la découverte de l'éthérisation*, par les frères Lord, conseillers.)

NOTE IX.

RÉSUMÉ DE LA DISCUSSION DE LA SOCIÉTÉ DE CHIRURGIE SUR LE CHLOROFORME.

Lu à la Société de chirurgie le 9 novembre 1853 par M. Alph. Robert, chirurgien de l'hôpital Beaujon, membre de l'Académie impériale de médecine et de la Société de chirurgie.

Messieurs,

La commission que vous aviez chargée d'examiner l'observation de M. Valette avait cru devoir resserrer son travail dans d'étroites limites. Instituée à l'occasion d'un fait particulier, elle s'était bornée à rechercher les cas analogues à ce dernier, à les analyser, à les comparer, puis à mettre en relief les dangers du chloroforme, auxquels plusieurs hommes éminents semblaient encore ne pas croire. Une étude plus approfondie l'eût entraînée trop loin ; et d'ailleurs de graves motifs l'engageaient à ne pas différer plus longtemps la présentation de son rapport. Un jugement venait d'être rendu, qui engageait gravement la responsabilité médicale et menaçait peut-être, s'il eût été sanctionné, l'avenir de l'éthérisation, malgré ce qu'elle a d'utile et de consolant pour l'humanité. Il importait de recueillir au plus vite les éléments capables de faire envisager la question sous son véritable jour ; et nous sommes heureux de penser aujourd'hui que notre œuvre ait pu exercer quelque influence sur l'esprit des magistrats appelés à reviser ce premier jugement.

La discussion soulevée par ce travail, au sein de la Société de chirurgie, a été longue, sérieuse, telle enfin que le comportait la gravité d'une question éminemment pratique, et qui intéresse chaque jour la vie des malades confiés à nos soins.

Des faits nouveaux y ont été produits, des préceptes utiles y ont été posés. Aussi, votre rapporteur, à qui est aujourd'hui dévolu le soin de résumer cette discussion, se trouve-t-il obligé d'agrandir le cercle qu'il s'était primitivement tracé, et d'aborder la solution des problèmes divers qui touchent à l'emploi des anesthésiques. Livré à ses propres forces, il n'eût point, sans doute, osé aborder une semblable entreprise ; mais en s'appuyant sur l'autorité de ses collègues, en s'inspirant des résultats de leur expérience, peut-être pourra-t-il remplir sa tâche avec quelque bonheur.

Il n'est que trop avéré aujourd'hui que le chloroforme, quoique pur et administré par des mains habiles, peut déterminer la mort d'une manière inattendue, soudaine et comme foudroyante, en suspendant l'action du cœur. Les faits rapportés par votre commission, joints à ceux en assez grand nombre que possède la science, nous paraissent démontrer sans réplique cette première vérité.

Quelques-uns de nos collègues, et notamment M. Giraldès, considérant le nombre presque infini des cas d'éthérisation, comparé au petit nombre d'accidents fâcheux, ont craint que nous n'eussions exagéré la fréquence de ces derniers. Pour en démontrer l'extrême rareté, M. Giraldès a fait divers calculs que nous ne reproduisons pas.

Certes, messieurs, votre rapporteur est heureux de s'associer aux consolantes paroles de notre savant collègue, mais il doit repousser toute tentative dont le but serait d'établir une proportion numérique quelconque des cas malheureux. D'une part, en effet, on peut affirmer que ces derniers sont loin d'avoir tous été publiés, et, de l'autre, il est impossible de connaître, même approximativement, le nombre total des cas où le chloroforme a été mis en usage. Tout ce que l'on peut dire à cet égard, et tout ce qu'a voulu prouver votre rapporteur, c'est que la mort est possible quand on administre le chloroforme. C'est là le point capital de la question ; car il signale le danger, et impose ainsi à tout praticien l'obligation de se tenir sur ses gardes.

Après ces courtes remarques, je vais suivre la Société de chi-

rurgie sur le terrain où elle a placé la discussion. J'établirai part qu'il faut attribuer à l'asphyxie, à la syncope et à la sidération, dans les effets fâcheux du chloroforme.

1° *Asphyxie.* — M. Maisonneuve a insisté sur la possibilité de l'asphyxie, et il a examiné les conditions dans lesquelles elle peut se manifester aux diverses phases de l'éthérisation. Suivant lui, on peut l'observer au début chez les malades qui, pleins de confiance et d'énergie, aspirent trop largement et trop vite les vapeurs anesthésiques. Dans cette variété d'asphyxie, dont il a vu, dit-il, deux exemples, la sidération est instantanée. Les lèvres deviennent bleues, les membres flasques, etc. Le malade mourrait probablement, si des soins prompts et bien entendus ne lui étaient administrés.

En émettant cette proposition, notre collègue nous paraît avoir confondu les phénomènes de l'asphyxie proprement dite avec ceux de l'empoisonnement par le chloroforme aspiré en trop grande quantité.

Nous reconnaissons, il est vrai, que, d'après les expériences de Gay-Lussac sur le mélange des gaz permanents et des vapeurs, la raréfaction de l'air, dans un espace donné, doit se faire en proportion du volume des vapeurs de chloroforme mélangées avec lui. Mais, nous n'admettons pas que cette diminution dans la proportion d'air atmosphérique respiré par le malade puisse aller jusqu'à produire l'asphyxie.

Nous ferons observer qu'en pareille circonstance l'organisme supplée, par l'accélération des mouvements respiratoires, à la diminution des proportions d'oxygène qui arrivent aux poumons ; de même que, dans les ascensions aérostatiques, nous voyons la respiration se précipiter à mesure que s'abaisse la colonne barométrique. Et d'ailleurs, l'asphyxie ne se présente pas avec les symptômes foudroyants qui ont signalé les cas malheureux. C'est donc à un empoisonnement que succombent les malades et non à une asphyxie.

M. Maisonneuve ne nous paraît pas avoir été davantage dans le vrai, lorsqu'il cherche à expliquer l'asphyxie pendant la période d'excitation. « Chez un grand nombre de sujets, dit-il, il » arrive que les muscles, et principalement ceux du larynx et de » la poitrine, entrent dans une violente contraction spasmodique. » La respiration est suspendue quelquefois pendant plus d'une » minute ; la face se congestionne. Par lui-même, cet état n'a

» rien de grave et cesse spontanément au bout de quelques in- » stants. Mais si, dans le moment où le malade sortant de cet état » spasmodique vient à faire une inspiration profonde, le chirur- » gien n'a pas la précaution de tenir éloigné le chloroforme, ce » gaz, inspiré avec force, pénètre presque pur dans l'inté- » rieur des bronches, qu'il remplit, et l'asphyxie en est le ré- » sultat. »

Ici, évidemment, notre collègue est dans l'erreur. Il y a réellement menace et danger d'asphyxie, lorsque le malade est en proie au spasme des muscles respiratoires, et par le fait même de ce spasme ; mais, si la vie est menacée plus tard, c'est d'une tout autre manière et seulement alors par les propriétés toxiques de la vapeur mélangée à l'air.

M. Demarquay a signalé une cause d'asphyxie déjà notée par M. le professeur Bouisson, cause plus réelle et plus importante que celle dont nous venons de parler. Chez certains sujets, le chloroforme détermine une tendance très marquée à la salivation et aux sécrétions muqueuses. Or il arrive un moment où la membrane muqueuse bronchique et trachéale se trouvant anesthésiée, le besoin d'expectorer et de cracher ne se fait plus sentir, la respiration devient stertoreuse ; si l'on ne suspendait l'inhalation, ou si même on ne favorisait l'entrée d'un air pur dans la poitrine, il pourrait y avoir danger d'asphyxie. Il n'est aucun praticien qui n'ait fait cette remarque; mais je ne sache pas qu'on ait observé la mort à la suite de cet accident dont il me paraît toujours possible de prévenir les effets.

Je n'insisterai pas plus longtemps sur les dangers de l'asphyxie surajoutée à l'action du chloroforme combinée avec elle. Ces dangers ne peuvent réellement se présenter que lorsqu'on emploie des procédés d'inhalation défectueux, ou que l'on ne surexcite pas l'état de la respiration.

Je pense donc, avec M. Denonvilliers, qu'on ne peut redouter de ce côté aucun danger sérieux.

2° *Syncope.* — Les accidents qui se rattachent à la syncope sont beaucoup plus communs et ont un caractère plus fâcheux. *A priori*, il est déjà facile de le concevoir, quand on considère que le chloroforme affaiblit la force de contraction du cœur, comme le prouvent les expériences sur les animaux et l'observation journalière chez l'homme. A cette cause il faut joindre toutes celles qui peuvent produire la syncope dans le cours des opéra-

tions chirurgicales ; ces causes sont les impressions morales vives et surtout la terreur qui s'empare des malades à la pensée d'une opération, la chlorose, la faiblesse congénitale ou acquise, la position verticale et surtout la perte de sang qui accompagne nécessairement certains actes chirurgicaux. Le concours de ces deux ordres de causes doit donner aux syncopes un cachet de gravité tout particulier ; aussi leur invasion est-elle brusque, et leurs progrès si instantanés, qu'en peu d'instants le pouls est souvent à peine perceptible et la vie presque éteinte. Une circonstance particulière vient encore aggraver le danger : dans la syncope ordinaire, les téguments conservent leur impressionnabilité ; on peut avec avantage les stimuler par l'ammoniaque, l'eau froide, le chatouillement, la douleur. Dans la syncope chloroformique, au contraire, ainsi que l'a appelé M. Maisonneuve, l'abolition plus ou moins complète de la sensibilité de la peau et de la muqueuse rend tous ces moyens illusoires.

Une remarque intéressante à faire relativement à la propriété hyposthénisante du chloroforme, c'est qu'elle ne cesse pas immédiatement, et que même elle augmente quelquefois, après que l'on a discontinué les inhalations. Le sang circule pendant quelque temps encore dans l'organisme, imprégné des vapeurs anesthésiques, et portant sur tous les tissus, et notamment sur le cerveau et le cœur, son action stupéfiante : ce fait, signalé d'abord par M. Sédillot, a été confirmé par l'observation de tous les praticiens.

Grâce à la volatilité du chloroforme, l'influence qu'il exerce sur l'économie ne saurait être de longue durée. Cependant la syncope peut survenir plus ou moins longtemps après que l'inhalation a cessé, et alors que le malade, ayant recouvré la sensibilité et l'intelligence, semble être soustrait à l'influence délétère de l'agent anesthésique. Ce fait, que je crois avoir noté le premier, a été rappelé dans le cours de la discussion par M. Forget. Qu'on me permette de reproduire ici l'observation que je communiquai en 1849 à l'Académie de médecine.

Un homme de quarante-neuf ans, d'une force herculéenne et adonné aux excès de l'ivrognerie, portait depuis dix-huit ans, à l'aine droite, une hernie qu'il avait toujours contenue. Le 27 août 1849, il était tombé de cheval ; son bandage s'était cassé dans la chute ; en même temps, la hernie était sortie très volumineuse et n'avait pu rentrer. Lorsque je le vis à l'hôpital Beaujon

le 30 août au soir, il vomissait abondamment des matières roussâtres et manifestement stercorales ; du reste, la tumeur de l'aine, d'un assez grand volume, était peu douloureuse. Le ventre était indolent. J'espérai donc pouvoir réduire cette tumeur, bien que plusieurs tentatives faites précédemment eussent été infructueuses. Du reste, j'étais décidé, en cas d'insuccès, à pratiquer immédiatement l'opération. Pour faciliter le taxis, j'eus recours au chloroforme ; et, à cet effet, je plaçai une petite éponge dans une compresse roulée en cornet. Je dirigeai l'éthérisation moi-même, et j'eus la précaution de laisser toujours au malade un espace libre, entre l'appareil et le visage pour ne pas gêner l'entrée de l'air.

Pendant dix minutes environ, le malade n'éprouva rien de notable ; mais bientôt ses yeux s'injectèrent ; il devint loquace, délirant comme un homme ivre ; sa respiration se précipita, sa peau se couvrit d'une sueur abondante. Enfin, son agitation devint telle, que trois infirmiers durent le contenir. Néanmoins, la sensibilité n'était pas abolie. Je me trouvai en ce moment dans un état de perplexité facile à concevoir. D'une part, l'agitation du malade ne me permettait pas de pratiquer le taxis, encore moins la herniotomie, et je me voyais contraint, ou de l'abandonner au lendemain, ce qui me paraissait dangereux, vu l'état avancé de l'étranglement, ou de continuer l'éthérisation, pour obtenir l'insensibilité et l'immobilité complète. D'une autre part, continuer l'éthérisation me paraissait chose grave ; mais comme à cette époque on ne savait pas encore qu'il pût y avoir péril imminent à la prolonger, je me décidai en faveur de ce dernier parti. Ce fut seulement au bout d'une demi-heure que l'agitation se calma, que les muscles se relâchèrent, et que je pus enfin procéder au taxis. Celui-ci fut continué pendant près d'un quart d'heure sans succès, et je dus enfin pratiquer la kélotomie. Pendant la durée de celle-ci, qui fut au moins de vingt minutes, le malade s'agita plusieurs fois ; mais il fut immédiatement replongé dans l'état anesthésique par des inhalations de courte durée. Après l'opération, il se réveilla. Son pouls était petit et fréquent, il était abattu et conservait encore un peu de délire, ce qui m'engagea, par mesure de précaution, à le faire vêtir de la camisole. Au bout d'une heure, sa raison était entièrement revenue : il pria l'infirmier de service de lui ôter ce vêtement, qu'il trouvait incommode ; il but à plusieurs reprises ; il était calme et ne se plaignait de nulle part. Vers une heure du

matin, il demanda encore à boire ; mais une demi-heure après, l'infirmier s'étant approché de son lit, le trouva mort. Il avait expiré sans bruit, sans agitation, sans même que ses voisins eussent pu s'en apercevoir, environ quatre heures après l'opération.

A l'autopsie, pratiquée trente heures après la mort, je trouvai le cou et la face violacés et comme ecchymosés, le cerveau et les méninges fortement injectés, les poumons souples et crépitants, mais partout gorgés de sang noir ; les cavités du cœur également remplies de sang noir, sans mélange de fluides aériformes.

A l'époque où j'eus l'occasion d'observer ce fait, M. Giraldès m'en communiqua deux en tout semblables.

Un homme de quarante ans fut admis à l'hôpital des Cliniques, au mois de juin 1848, pour y être traité d'une lésion traumatique nécessitant l'amputation du bras. Avant d'y procéder, M. Giraldès eut recours au chloroforme. L'éthérisation fut longue, difficile, accompagnée d'une agitation extrême, d'efforts violents. Cependant on obtint l'insensibilité. Après l'opération, le malade, revenu à lui-même, se trouva affaissé pendant toute la journée. La nuit suivante, à trois heures du matin, il expira subitement, sans agonie. A l'autopsie, M. Giraldès ne trouva rien d'altéré dans le cerveau, ni dans la moelle épinière ; mais les poumons emphysémateux, et les cavités droites du cœur et les grosses veines remplies de sang mêlé d'air.

Dans l'observation suivante, les accidents ont été produits par l'éther. Un malade de trente ans fut admis en 1847 à l'hôpital de la Pitié pour y être traité d'un rétrécissement de l'urètre. M. Giraldès le soumit à une première éthérisation, qui fut courte, naturelle, et eut lieu sans le moindre inconvénient.

Deux jours après, une nouvelle éthérisation eut lieu. Celle-ci fut longue, difficile ; le malade s'agita beaucoup et eut comme des mouvements tétaniques. Cependant, l'insensibilité fut obtenue, et le cathétérisme pratiqué sans douleur. Le malade, étant revenu à lui-même au bout de quelque temps, n'éprouvait aucun malaise ; il prit un bain où il resta trois quarts d'heure, puis il rentra à pied dans la salle et mangea de la soupe. Vers midi, c'est-à-dire quatre heures après l'opération, il alla aux lieux d'aisances, et là il tomba mort subitement. Tous les secours qui lui furent immédiatement prodigués restèrent inutiles.

A l'autopsie cadavérique, M. Giraldès trouva le cerveau et la moelle épinière intacts ; mais les poumons étaient emphysémateux

dans toute leur étendue, et même jusque dans le tissu cellulaire interlobulaire ; les cavités droites du cœur, ainsi que les artères pulmonaires, les veines caves, et toutes les veines qui s'y rendent directement, étaient distendues par du sang spumeux.

Dans un tableau statistique des cas de mort par le chloroforme, publié récemment dans le journal de médecine de New-York (mai 1853, page 404), j'ai trouvé l'histoire d'un jeune homme à qui l'on pratiqua l'amputation du bras. Le malade présenta d'abord une diminution graduelle du pouls et de la respiration, un état de mort apparente. Cependant il revint à lui et causa ; mais, plus tard, le pouls disparut subitement, et la mort eut lieu trois heures après l'opération. L'autopsie ne fut point faite.

Dans les quatre observations qui précédent, il est difficile d'expliquer la mort, alors que l'action du chloroforme paraissait épuisée. Je ferai seulement remarquer que chez les deux malades de M. Giraldès et le mien, l'éthérisation a été longue, laborieuse et accompagnée surtout d'une violente agitation.

Chez deux de ces malades, on a trouvé de l'emphysème pulmonaire et de l'air mêlé au sang, dans les cavités droites du cœur et dans les grosses veines. Il semblerait d'abord qu'on pût attribuer ces altérations aux violents efforts exécutés par les malades, et, d'après les intéressantes recherches de M. Piédagnel, telle serait la cause de la mort subite ; mais j'aurai bientôt l'occasion de revenir sur ces lésions, plusieurs fois constatées sur le cadavre des individus qui ont succombé à l'action du chloroforme, et je démontrerai, j'espère, que cette opinion ne saurait être adoptée.

3° *Sidération.* — La syncope, déterminée sous l'influence du chloroforme, survient souvent avec des caractères de soudaineté et de gravité qui peuvent la faire comparer à une sidération véritable. Cependant elle offre quelquefois une forme particulière à laquelle je donnerai encore plus volontiers ce nom, tant est rapide le trouble général de l'organisme, tant est prompte la cessation des fonctions qui président directement à l'entretien de la vie : cette forme est celle que j'ai voulu plus spécialement signaler dans mon rapport.

Un individu jeune, bien constitué, dans un état de parfaite santé, est soumis à l'inhalation du chloroforme ; il n'éprouve d'abord rien d'extraordinaire : la réaction est modérée, la respiration libre, la circulation naturelle. Tout à coup, sans signes précurseurs, le pouls cesse de battre, la respiration ne tarde pas à

s'arrêter, le visage pâlit, les pupilles se dilatent, l'individu s'affaisse sur lui-même : il est mort. Certes, il y a là quelque ohose de caractéristique et qu'on ne retrouve pas dans les lipothymies et les syncopes anesthésiques ordinaires. Dans celles-ci, la mort n'est point aussi instantanée. A la pâleur du visage, à l'affaissement général, à la petitesse du pouls, etc., l'organisme semble être averti du danger qui le menace. Dans la sidération, au contraire, il est tout d'un coup mortellement frappé par la paralysie du cœur.

Pour compléter ma pensée et présenter un tableau plus saisissant de cette variété de syncope anesthésique, je ne puis mieux faire que rapporter une observation inédite que je dois à l'obligeance de M. le docteur Valette, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

Dans la lettre qu'il m'écrit à ce sujet, mon honorable et habile confrère croit devoir me rappeler, dit-il, *ses états de service*. Puis il me fait connaître la disposition d'esprit où il se trouvait vis-à-vis du chloroforme à l'époque où l'accident lui est arrivé. Il avait été témoin, peu auparavant, d'un événement semblable dans le service de M. Barrier, son collègue à l'Hôtel-Dieu de Lyon. Aussi ne se décida-t-il à anesthésier son malade que sur les vives instances de celui-ci et en s'imposant la plus scrupuleuse prudence.

Il s'agissait de pratiquer la staphyloraphie sur un enfant de treize ans affecté d'une division congénitale du voile du palais : craignant les efforts de vomissement, assez communs à la suite des inhalations d'éther, et dès lors le tiraillement des points de suture, M. Valette résolut d'employer le chloroforme, dont l'usage était presque banni de l'Hôtel-Dieu de Lyon, depuis le fait malheureux de M. Barrier.

Le malade, dit M. Valette, fut mis sur une chaise; je m'assis en en face de lui; un aide, placé derrière lui, mit quelques gouttes de chloroforme sur une compresse qu'il plaça sous le nez à une distance de 1 à 2 centimètres : cette précaution fut rigoureusement observée. Deux aides étaient placés de chaque côté du malade, de façon à pouvoir le maintenir, tout en tenant sous le doigt les artères radiales. Dès la première inspiration, le petit malade se débattit violemment; mais il s'était débattu pour venir à la salle d'opération, tant il était effrayé. Aussi ne tint-on nul compte de ses cris. Aussitôt qu'il le put, et il n'attendit pas pour cela l'in-

sensibilité, M. Valette fit maintenir la bouche ouverte au moyen d'un abaisseur de la mâchoire qui n'appuyait que sur les molaires du fond de la bouche et d'un seul côté, de manière à ne pas gêner ses mouvements. Le malade criait toujours, mais il ne faisait plus que des mouvements assez faibles ; le chloroforme commençait à agir. Combien de temps sépara le début de l'inhalation et celui de l'opération, c'est ce que le chirurgien de Lyon ne peut préciser ; mais il s'écoula au maximum 3 ou 4 minutes. Un premier fil fut passé avec rapidité. Tout marchait bien jusqu'alors. La respiration s'exécutait facilement ; le pouls ne présentait rien de particulier. M. Valette tourne la tête pour prendre la seconde aiguille ; mais, au même instant, un aide s'écrie : « Le pouls ne bat plus. » L'opérateur se retourne vivement. Le chloroforme avait été retiré. La face du petit malade avait une expression singulière. On le place immédiatement sur un lit ; le fil est enlevé. Tous les moyens employés en pareil cas sont mis à contribution pour le ranimer : tentatives d'insufflation, frictions sur tout le corps, cautérisations sur la région précordiale avec des charbons ardents. Pendant près d'une demi-heure, on fit tout ce qu'on put imaginer pour sauver le malade, à l'exception de la suspension par les pieds, à laquelle M. Valette ne songea pas. A deux ou trois reprises, une inspiration rauque fit espérer, mais en vain, que la vie allait revenir. Le flacon du chloroforme fut immédiatement analysé par un habile chimiste, M. Ferrand. Il y manquait au plus 5 grammes du liquide, qui fut essayé par toute espèce de réactifs, et dont la pureté fut incontestablement constatée.

L'autopsie fut pratiquée avec le plus grand soin, en présence de plusieurs médecins, et notamment M. Barrier. Le voile du palais ne présentait rien de particulier. L'arrière-gorge n'était pas le moins du monde tachée de sang. Les résultats de cette autopsie furent complétement négatifs. Tous les organes furent examinés, avec le plus grand soin, par M. Valette et tous les assistants ; personne ne trouva rien à signaler. Le cœur était flasque, vide de sang ; les gros vaisseaux ne contenaient aucune bulle de gaz, aucune écume.

Lorsqu'on compare entre elles quelques-unes des observations de syncopes graves, ou de morts survenues par l'emploi du chloroforme, on est frappé d'une particularité sur laquelle je crois devoir appeler toute l'attention de la Société de chirurgie : c'est que ces accidents sont survenus au moment où commençait l'acte

chirurgical, alors que les phénomènes de l'éthérisation s'étaient jusque-là succédé d'une manière régulière. Ainsi, dans l'observation de M. Vallet, d'Orléans, c'est au moment où est pratiquée l'incision de la joue, que le malade pâlit et succombe. C'est encore au moment où M. Valette, de Lyon, vient de passer son premier point de suture, que le pouls s'arrête tout à coup pour ne plus reparaître. Enfin, madame Simon meurt tout à coup pendant l'extraction des dents.

M. le docteur Bickersteth, de Liverpool, a récemment publié, dans le *Monthly Journal* (septembre 1853), un travail dans lequel se trouvent les observations suivantes :

1re *observation.* — Un enfant, amaigri par la maladie, âgé de neuf ans, eut à subir une amputation de la jambe pour une affection du tibia, en octobre 1851. Il fut promptement sous l'influence du chloroforme, et il respirait très bien, lorsque M. Syme transperça le membre. J'avais, dit l'auteur, la main sur le pouls, et je le surveillais attentivement. Au moment où le couteau pénétra dans les chairs, il cessa subitement de battre et resta insensible pendant la durée de quatre ou cinq pulsations. La physionomie était devenue d'une pâleur mortelle. Lorsque le pouls reparut, il était très faible ; mais au bout de quelques secondes, il eut repris sa force première. La respiration, pendant ce temps, était douce et calme. On maintint l'anesthésie, et aucun accident fâcheux ne se présenta de nouveau.

2e *observation.* — Elle a trait à une dame de dix-huit à vingt ans environ, dont M. Syme amputait la cuisse en novembre dernier. Le docteur Simpson administrait le chloroforme, et après l'opération, il déclara que le pouls avait disparu au moment précis où le couteau traversait la cuisse, et s'était rétabli presque immédiatement, avec un mouvement confus et rapide.

3e *observation.* — Le 10 décembre 1851, une femme de quarante ans, d'un aspect pâle et amaigri, d'un tempérament nerveux et impressionnable, fut placée sur la table d'opération, et on lui donna du chloroforme. Elle le respirait bien et devint bientôt insensible. On commença l'opération (amputation de cuisse) et aussitôt le pouls s'arrêta, et ne put être senti pendant huit ou dix secondes, au bout desquelles il parut faible et à peine perceptible. Il reprit rapidement sa force, et, au bout d'une minute, il fut aussi rapide qu'avant l'opération. Dans ce cas, la respiration ne s'affaiblit pas un instant, et n'eût été un léger accroisse-

ment de pâleur du visage, aucun changement appréciable n'aurait pu être observé.

Dans le *Medical Times* (22 novembre 1851), se trouve l'observation suivante de M. Stanley, chirurgien de l'hôpital Saint-Barthélemy.

Il s'agit d'une opération pratiquée sur la joue et la mâchoire inférieure. Le chloroforme fut d'abord administré au moyen de l'inhalation ordinaire pendant douze minutes, sans altérer ni le sentiment, ni le mouvement volontaire On versa alors le chloroforme sur un tampon de charpie au fond d'une serviette roulée en cône. Quelques minutes après, M. Stanley commença l'opération par une incision elliptique, embrassant la portion de joue qu'il voulait enlever. A peine cela était-il fait, que l'aide chargé de surveiller le pouls dit qu'il ne le sentait plus, et au même instant, sans effort et sans que la respiration devînt stertoreuse, la physionomie du malade changea, et il s'affaissa sur lui-même avec toutes les apparences de la mort. A l'aide de quelques soins qui lui furent administrés, il revint à lui

Le même journal (*Medical Times*, 20 mars 1852) rapporte l'observation d'un homme âgé de vingt-trois ans, soumis à l'inhalation du chloroforme par M. Lloyd, pour je ne sais quelle opération. Le chirurgien n'eut pas plutôt entamé la peau, que le pouls s'arrêta subitement. Trois fois le malade revint à lui, et trois fois il fut repris de syncope; enfin, après quelques moments, il avait cessé de vivre.

M. Bickersteth, qui rapporte ces observations, vient de publier un intéressant travail dans lequel il cherche à établir que l'action délétère du chloroforme s'exerce sur la respiration et non sur le cœur. Or, comme les faits qui précèdent infirmaient sa théorie, il a trouvé commode de s'en débarrasser, en disant que la mort a été causée par le choc de l'opération sur le système nerveux et non par le chloroforme : « Je ne puis, dit-il, m'empêcher de croire que c'est l'opération et non le chloroforme qu'il faut accuser de la mort. »

Cette logique, il faut en convenir, prouve à quel point des idées préconçues peuvent égarer les esprits les plus éclairés. En lisant ces observations, il n'entrera dans l'esprit de personne de penser que le chloroforme ait été étranger à la syncope et à la mort. Tous les hommes qui ont pratiqué la chirurgie avant que le chloroforme fût connu, savent très bien que les syncopes

étaient moins graves et beaucoup plus rares qu'elles ne le sont aujourd'hui. Un cas de mort dans le cours d'une opération était un fait presque inouï.

De tout ceci il résulte que le chloroforme, bien qu'il supprime la douleur, n'en laisse pas moins persister le retentissement du traumatisme sur l'économie, retentissement qui, joint à l'affaissement anesthésique, peut amener une syncope grave ou la mort, qu'il n'eût pas produit à lui seul.

En résumé, le chloroforme ne peut produire l'asphyxie que lorsqu'il est administré d'une manière défectueuse et qu'on ne surveille pas l'état de la respiration ; mais il exerce, sur l'organe central de la circulation, une action hyposthénisante qui dispose à la syncope, qui donne à celle-ci une gravité remarquable, et qui peut, enfin, déterminer la mort, par une véritable sidération, en paralysant tout à coup les mouvements du cœur. La démonstration de cette vérité me paraît être d'une importance extrême, lorsqu'on étudie cliniquement l'anesthésie ; elle conduit à des indications thérapeutiques dont l'utilité ne saurait être contestée. Je demanderai donc à la Société de chirurgie la permission de consacrer quelques instants à l'examen de certaines opinions que l'on a essayé d'opposer à celle que je défends ici.

Dans les nécropsies des individus qui ont succombé au chloroforme, on a fréquemment trouvé de l'emphysème interlobulaire dans les poumons, et de l'air mêlé au sang dans les cavités droites du cœur, et l'on serait disposé à regarder ces lésions comme ayant concouru d'une manière très active à déterminer la mort. Voyons donc quelle est la valeur de cette théorie.

Onze cas de mort par le chloroforme ont été relatés, tant dans mon rapport que dans le résumé actuel. Voici les résultats que nous fournit le relevé de ces observations :

Dans cinq cas (observations de MM. Vallet, d'Orléans, Rook, Robert, et Valette, de Lyon), il n'y avait ni emphysème, ni fluides aériformes dans les cavités droites du cœur ou les veines.

Dans deux cas (observations de M. Giraldès), il y a eu à la fois emphysème et gaz dans le cœur droit et les grosses veines.

Et dans quatre cas (observations de MM. Gorré, Barrier, de Confévron, malade de Strasbourg, — observation de M. Mayer), il n'y a pas eu d'emphysème, quoiqu'on ait constaté la présence de gaz dans les cavités droites du cœur et les veines.

Commençons par dire que l'altération dont il s'agit n'est

encore qu'imparfaitement connue, et qu'il manque à son étude une donnée importante, à savoir : l'analyse chimique des fluides aériformes. Ajoutons qu'elle perd beaucoup de son importance et ne saurait être considérée comme capitale dans l'histoire des morts subites par le chloroforme, puisqu'elle a manqué quatre fois sur onze.

Deux fois on a trouvé de l'emphysème et de l'air dans les cavités droites et les grosses veines (*Arch.*, 1848, t. XVIII, p. 398). D'après les expériences de M. Gosselin, il est démontré que l'emphysème résulte des violents efforts auxquels se sont livrés les malades.

Quant aux bulles d'air que l'on a trouvées dans le cœur droit et les veines caves, elles ne sauraient être la conséquence de la rupture des vésicules pulmonaires ; les lois de la circulation ne permettent pas de le penser. A la rigueur, peut-être pourrait-on en expliquer la présence en admettant que l'air a reflué dans les artères pulmonaires, en vertu de l'élasticité du poumon persistant après la mort.

Mais il reste cinq cas dans lesquels la présence d'un fluide gazeux dans les veines et les cavités droites a été constaté sans emphysème. Il est difficile peut-être d'expliquer ce fait ; cependant nous remarquerons que, dans l'observation de M. Gorré, dans celle de M. de Confévron, et chez le malade de Strasbourg, la mort a eu lieu dans l'été. Dans le cas de M. Barrier, l'autopsie a été faite par un temps froid, il est vrai, mais soixante-douze heures après la mort. Dès lors, il nous est difficile de ne pas admettre que la présence des fluides aériformes ne soit pas due à un commencement de décomposition cadavérique. Ainsi se trouvent réduites à une valeur secondaire, et même presque nulle, des altérations dans lesquelles on a voulu chercher une théorie de la mort subite par le chloroforme.

. . . .

Nous venons de passer en revue les théories émises pour expliquer les cas de mort subite survenue par l'emploi du chloroforme, et il résulte de cet examen qu'aucune d'elles ne peut soutenir une discussion approfondie. On arrive donc forcément à cette conclusion déjà énoncée dans notre rapport : que les cas malheureux doivent être imputés à des dispositions particulières de l'organisme dont la nature nous est inconnue.

Il nous reste maintenant à remplir une tâche plus difficile et plus importante : celle de rechercher si l'on peut prévenir les

malheurs, et de tracer des règles pour l'administration du chloroforme.

Avant d'entrer en matière, nous croyons nécessaire de jeter un coup d'œil rapide sur les effets généraux de cet agent.

Lorsqu'on l'emploie à dose modérée et en veillant au libre accès de l'air dans les voies respiratoires, on voit, après un temps assez court, se manifester des phénomènes d'agitation cérébrale, du délire, une agitation plus ou moins violente, souvent même l'exaltation de la sensibilité et le spasme de certains muscles. Bientôt, et dans un ordre variable, surviennent la diminution graduelle et l'abolition de la sensibilité des facultés intellectuelles et des mouvements volontaires. Le corps s'affaisse sur lui-même ; les membres soulevés retombent comme des masses inertes : l'homme semble plongé dans un sommeil profond. Cependant la respiration est égale, large, facile ; le pouls, d'abord agité, retombe à son rhythme habituel ; il est plein, souple, régulier. C'est alors que l'on peut pratiquer avec sécurité les opérations chirurgicales. Les incisions pratiquées sur les tissus les plus richement pourvus de nerfs, les tractions, les pressions, les violences de toute nature, n'arrachent au malade aucun témoignage de douleur Qu'on ne croie pas, cependant, que l'organisme y reste toujours complétement étranger. Ainsi que nous l'avons déjà fait observer, les impressions produites sur lui par l'acte opératoire y causent un retentissement, véritable action réflexe qui varie suivant les individus, et se manifeste tantôt sur l'appareil respiratoire et tantôt sur le cœur. Dans le premier cas, la respiration devient momentanément saccadée, anxieuse, et dans le second, on observe de brusques modifications dans le pouls. J'ai plusieurs fois remarqué qu'au commencement surtout d'une opération chirurgicale, ce dernier changeait tout à coup de caractère, et devenait petit, concentré, irrégulier et même intermittent. Jamais je n'ai observé de syncope véritable, mais les faits que j'ai empruntés au mémoire de M. Bickersteth prouvent qu'il peut en survenir.

Tel est, messieurs, le premier degré de l'éthérisme, celui que l'on ne doit qu'atteindre et ne jamais dépasser dans la pratique de la chirurgie. Certes, il n'entrera dans l'esprit de personne qu'un tel état soit dénué de gravité ; et, quant à moi, je ne puis me défendre d'une secrète émotion toutes les fois que je vois ainsi l'homme dépouillé de l'intelligence et de la sensibilité, immobile comme un cadavre, et ne vivant plus que par la respiration et la

circulation. Et cependant, il est d'observation que cet état se dissipe assez promptement quand on cesse l'action du chloroforme, et qu'en général on peut le prolonger impunément, lorsqu'on a le soin de suspendre de temps en temps les inhalations.

Voyons maintenant quelle série de phénomènes caractérisent la période ultime de l'éthérisme, et par quel mécanisme la vie finit par s'anéantir. Ici l'observation nous fait défaut chez l'homme, mais nous pouvons la remplacer par des expériences sur les animaux.

J'ai dit que tout d'abord il y avait suspension de l'intelligence, de la sensibilité et des mouvements volontaires, la respiration et la circulation conservant leur intensité. J'aurais dû cependant faire une restriction à cet égard. En effet, pour peu que l'éthérisation continue, le sang artériel se dépouille peu à peu de sa couleur rutilante; sa teinte se rapproche de celle du sang veineux. Il n'est aucun chirurgien qui n'ait été frappé de ce fait et n'ait vu à la surface d'un moignon d'amputation, combien se ressemble le liquide qui s'échappe des deux ordres de vaisseaux.

Bientôt les mouvements du cœur éprouvent de nombreuses variations; tantôt ils sont précipités et incertains : on croirait qu'ils vont s'éteindre; puis tout à coup ils redeviennent fermes et réguliers. De son côté aussi, la respiration, qui ne s'exécute plus que par le diaphragme, s'accélère parfois d'une manière extraordinaire et reprend ensuite son état primitif. Il n'est pas rare de voir, à cette période, de petits mouvements convulsifs ou des soubresauts irréguliers dans les muscles des paupières et dans ceux des membres.

Enfin, au bout d'un temps qui varie selon le degré de résistance vitale de l'animal, et qui est en général beaucoup plus long qu'on ne pourrait le croire; la respiration se ralentit et devient irrégulière; le pouls n'est plus que filiforme, et bientôt les mouvements du diaphragme et du cœur finissent par s'arrêter.

M. Bickersteth, dans le mémoire que nous avons déjà cité, a cherché à établir que la respiration cesse bien avant la circulation. Nos expériences nous ont conduit au même résultat, mais d'une manière moins absolue que ne l'a énoncé cet observateur. Sur une quinzaine d'animaux sacrifiés, nous avons vu deux fois les battements du cœur s'éteindre assez longtemps avant la respiration. Dans ces deux cas, ayant ouvert la poitrine, nous avons pu constater que le cœur, étant complétement immobile, le dia-

phragme s'est encore contracté plusieurs fois, faiblement, il est vrai, et à de longs intervalles.

A l'ouverture des corps, on trouve les cavités droites du cœur distendues par du sang noir et fluide. Les grosses veines afférentes en contiennent également de grandes quantités, ainsi que les sinus de la dure-mère et les veines du cerveau. Les cavités gauches sont quelquefois complétement vides. Les poumons, roses et affaissés, présentent quelquefois des taches ecchymotiques. Quant à la présence, signalée par divers observateurs, de fluides aériformes dans le cœur droit et dans les grosses veines qui s'y rendent, nous ne l'avons jamais rencontrée.

On vient de voir la succession des effets produits par le chloroforme, effets pour la plupart décrits par les physiologistes. Ils mettent trop en évidence les propriétés délétères de cet agent pour qu'il soit utile d'y insister davantage. Toutefois, je crois devoir faire connaître ici le résultat d'une expérience qui n'avait pas encore été instituée. Elle démontre, en effet, que le chloroforme anéantit la propriété excito-motrice de la moelle épinière, et place cette substance à côté des poisons les plus actifs.

Sur un chien plongé dans l'anesthésie avec résolution des muscles, j'ai découvert le cordon rachidien vers le milieu de la région dorsale et dans l'étendue de 6 ou 7 centimètres; puis, j'ai enfoncé deux aiguilles dans son épaisseur. Au moment où elles ont été mises en contact avec les deux pôles d'un appareil électro-magnétique, aucun mouvement ne s'est manifesté dans les membres inférieurs. Alors j'ai suspendu les inhalations jusqu'à ce que l'animal fût revenu complétement à lui, ce qui a duré près de deux minutes; l'influence de l'électricité ayant été essayée de nouveau, de violentes secousses ont eu lieu dans les muscles naguère immobiles. Cette épreuve causant de vives douleurs, j'ai coupé la moelle à sa partie supérieure, les effets de la pile se sont de nouveau fait sentir sans que l'animal en eût conscience, pour disparaître encore sous l'influence de nouvelles doses de chloroforme.

Il est à remarquer que les nerfs ne participent pas aussi manifestement que la moelle à la perte de leurs propriétés excito-motrices; je m'en suis assuré en faisant passer un courant à travers le nerf sciatique. Enfin, la contractilité des muscles se conserve intégralement et persiste même assez longtemps après la mort. Ces expériences ont eu pour témoins MM. les docteurs Abeille, Duchenne (de Boulogne), Debout et les élèves de l'hôpital Beaujon.

Jusqu'ici nous avons seulement constaté les effets lents et successifs du chloroforme. Nous avons vu les symptômes d'une excitation violente faire place au calme et à la résolution musculaire ; la mort n'est arrivée que par degrés, et toujours il a été facile de la prévoir et de la prévenir en arrêtant les inhalations; en un mot, nous n'avons rien vu qui ressemblât à la sidération. Nous avons désiré étudier expérimentalement ce genre de mort, et dans ce but, nous avons fait respirer à des chiens des quantités considérables de vapeurs anesthésiques dans un temps très court, en leur plongeant la tête dans une vessie où nous avions versé et agité plusieurs grammes de chloroforme. A peine ces animaux avaient-ils respiré cette vapeur, qu'ils poussaient deux ou trois cris, s'agitaient violemment, puis tombaient foudroyés en moins d'une ou deux minutes. La mort ne pouvait être attribuée à l'asphyxie, car la vessie n'avait pas été entièrement fermée, et d'ailleurs on ne trouvait sur les cadavres aucune lésion qui pût la faire admettre. Les poumons étaient roses et affaissés; les cavités droites du cœur pleines de sang, les sinus de la dure-mère et les veines du cerveau tout à fait vides.

En parcourant les observations de mort subite survenue chez l'homme, nous en avons trouvé quelques-unes où la sidération s'est manifestée avec des caractères semblables à ceux que nous venons de décrire, et où, par conséquent, il est permis de croire que le chloroforme a été administré en trop grandes proportions. Mais, il faut le dire, la physionomie de la plupart des autres a été totalement différente. Ainsi, au milieu d'une éthérisation dont la marche régulière ne présentait d'abord aucun symptôme alarmant, les battements artériels se sont tout à coup suspendus, et une syncope mortelle est venue frapper les patients au moment où l'on devait le moins s'y attendre. Il existe donc, en dehors de la sphère d'activité connue du chloroforme, une cause spéciale, un trouble nerveux, dont la source ne peut être placée ailleurs que dans la disposition où s'est trouvé l'organisme à un moment donné; et c'est là, suivant nous, ce qui constitue le danger véritable de l'éthérisation.

. . . .

Après avoir étudié l'influence que la qualité du chloroforme peut exercer sur ses effets, cherchons à établir, s'il est possible, dans quelles proportions il convient de le donner.

Ainsi que nous l'avons dit, le mode même d'administration de

ce liquide exclut la possibilité d'en établir le dosage, et, d'ailleurs, ce dernier fût-il possible, il faudrait encore se prémunir contre les cas exceptionnels, où de très petites doses produisent de graves résultats. Il faut donc, au début de l'inhalation surtout, le mélanger à l'air dans de faibles proportions, augmenter celle-ci par degrés insensibles, et ne parvenir à des doses plus fortes que dans le cas d'insuffisance des premières, et en observant attentivement les effets produits. C'est là le seul critérium qu'il soit possible d'indiquer. Il ne faut pas oublier, qu'en général, le danger dépend moins de la quantité absolue de chloroforme inhalé, que de la quantité absorbée dans un temps donné, c'est-à-dire que de la concentration de la vapeur anesthésique.

M. Bigelow, de Boston, dans l'intention d'atténuer l'activité du chloroforme, a conseillé de le mêler avec parties égales d'alcool. Nous avons essayé cette préparation, mais elle nous a paru présenter l'inconvénient que voici : le chloroforme, à raison de sa volatilité de beaucoup supérieure à celle de l'alcool, dégage d'abord ses vapeurs en quantité presque aussi grande que s'il était pur, puis bientôt il ne reste plus dans l'appareil que de l'alcool. On a ainsi le double désavantage de courir, au début, tous les dangers de la concentration du chloroforme, et de n'obtenir ensuite que des vapeurs qui, presque entièrement constituées par de l'alcool, n'ont plus le pouvoir de produire ou même d'entretenir l'anesthésie.

M. Nunneby s'était proposé le même but, en mélangeant le chloroforme avec l'éther chlorique, et il pensait avoir obtenu un anesthésique peu dangereux et digne d'être essayé chez l'homme, mais il s'est borné à cette indication.

Tout récemment, M. Cellarier a associé le chloroforme à l'éther sulfurique. Quelques essais faits sur les animaux lui ont paru assez satisfaisants, pour qu'il ait donné le conseil d'employer chez l'homme cet éthéro-chloroforme, comme il l'appelle (*Gazette des hôpitaux*, 25 octobre 1853, p. 568). Les essais cliniques que nous avons faits ne sont pas encore assez nombreux pour qu'il nous soit permis de le juger définitivement ; toutefois nous devons dire que nos premières impressions lui ont été très favorables. L'anesthésie s'obtient assez lentement, la période d'excitation est modérée et le réveil accompagné de moins d'abattement que lorsqu'on emploie le chloroforme.

Le choix de l'appareil destiné à administrer les vapeurs du

chloroforme est, comme on le pense, un point important dans la pratique de l'anesthésie. Mon intention n'est pas de faire connaître ici les nombreux moyens mis en usage. Compresse jetée au-devant du visage et sur laquelle on verse le chloroforme par gouttes ; éponge creuse, d'après le procédé de M. Simpson ; gâteau de charpie entourée d'une compresse ou d'un morceau de papier roulé en cône, dont la base puisse embrasser les ouvertures bucco-nasales, etc. : tels sont les appareils qui, à cause de leur simplicité, ont prévalu jusqu'à ce jour. Mais, pour peu qu'on y réfléchisse, il est facile de voir que tous ces moyens pèchent par cette simplicité même, et qu'aucun d'eux n'offre les conditions désirables de sécurité. C'est surtout avec eux qu'on a à redouter la concentration des vapeurs anesthésiques et les obstacles au libre accès de l'air dans les voies respiratoires. Sans doute, entre des mains habiles, des procédés défectueux peuvent offrir peu d'inconvénients, mais comme en semblable matière on ne saurait mettre trop de chances favorables de son côté, nous croyons utile de rechercher d'abord quelles doivent être les conditions requises pour la confection de bons appareils d'inhalation, puis nous passerons en revue ceux qui nous paraissent les plus avantageux.

Suivant nous, ces conditions sont au nombre de quatre :

1° L'appareil doit être disposé de manière à livrer à l'air un passage large et constamment facile.

2° Cet air doit être sans cesse renouvelé, c'est-à-dire que la portion d'air inspiré doit être immédiatement rejetée au dehors.

3° L'opérateur doit pouvoir à son gré, et selon les effets produits, graduer la concentration des vapeurs anesthésiques.

4° La vapeur du chloroforme doit être aspirée à la fois par les narines et par la bouche.

Le procédé qui consiste à pratiquer l'inhalation par les narines seules nous paraît défectueux en ce qu'il ne laisse pas à l'air une voie assez large, lorsque l'agitation du malade nécessite une respiration plus profonde et plus fréquente. Enfin, les appareils destinés à ne s'appliquer que sur la bouche sont dangereux, parce qu'on observe assez souvent, au début de la période d'excitation, un resserrement convulsif des mâchoires et des lèvres, qui interdit alors tout passage à l'air, et ne manquerait pas d'amener l'asphyxie, si le chirurgien n'y prenait garde.

De tous les appareils connus, le plus simple et celui qui remplit le mieux les conditions, est sans contredit celui que M. Char-

rière a imaginé. Le petit récipient d'étain qui en forme la base contient un diaphragme spiroïde en tricot de coton, offrant à l'évaporation du chloroforme une assez large surface. Il est percé, à sa partie inférieure, de deux rangées de trous, qui laissent pénétrer l'air de bas en haut. Il est surmonté de deux soupapes sphériques en liége, destinées à intercepter alternativement l'aspiration et l'expiration. Le tuyau de caoutchouc, qui conduit la vapeur anesthésique, est muni d'une bague mobile qui permet à l'opérateur d'y faire pénétrer, à volonté, une plus ou moins grande quantité d'air atmosphérique. Enfin, l'appareil primitif offrait une embouchure qui n'embrassait que l'ouverture buccale, les narines étant fermées *par un pince-nez*. J'ai fait disparaître cet inconvénient au moyen d'un pavillon plus large, qui emprisonne à la fois la bouche et les narines.

Quelques autres appareils, plus ou moins analogues à celui-ci, ont été proposés; mais ils sont plus compliqués et d'un emploi moins facile. Le seul dont nous croyons devoir dire quelques mots est celui du docteur Snow. Il se distingue surtout des autres par un double fond qui renferme le réservoir du chloroforme, et dans lequel on place de l'eau à 60 degrés Fahrenheit, ou 15 degrés et demi centigrades. Le but de l'auteur est sans doute de maintenir le chloroforme à une température constante pour que la tension de la vapeur ne varie pas; mais cette modification me semble complétement inutile, attendu que la température des chambres de malades étant à peu près celle que nous venons d'indiquer, l'appareil se trouve, en général, par cela même, dans un milieu possédant la température regardée par M. Snow comme la plus convenable.

Il est bon de ne pas employer à la fois de trop graudes quantités de chloroforme. Pour éviter toute erreur à cet égard, nous avons ajouté à l'appareil de M. Charrière de petites mesures pouvant contenir de 1 à 4 grammes de liquide.

Nous venons d'examiner les conditions que doivent offrir le liquide anesthésique et l'appareil destiné à l'administrer, voyons celles dans lesquelles doit se trouver le malade lui-même.

Et d'abord, tous les âges peuvent-ils indistinctement supporter l'éthérisation ? La susceptibilité excessive que montrent les enfants, à l'endroit de certains médicaments actifs, et de l'opium en particulier, pouvait faire redouter *à priori* l'emploi du chloroforme dans le jeune âge. Cependant, l'expérience spéciale de deux de

nos collègues a montré combien ces craintes étaient peu fondées. M. Morel-Lavallée, chirurgien de l'hôpital des Enfants trouvés, l'a employé sans inconvénient, à partir du quatrième jour après la naissance, surtout pour constater l'état de la cornée chez les nouveau-nés affectés d'ophthalmie purulente, et ne pas s'exposer à vider l'œil en luttant contre le spasme des paupières. M. Morel administre ce liquide à l'aide d'une petite éponge disposée en godet. Le chloroforme est jeté dans le fond de la cavité de cette éponge renversée sur son sommet; puis, dans cette position, celle-ci est pressée avec la main, afin que le liquide s'imbibe surtout vers son sommet, et laisse à sec le rebord de sa base, destiné à s'appuyer sur la peau. On évite ainsi l'irritation des lèvres et des narines recouvertes de téguments si susceptibles à cet âge.

M. Morel-Lavallée commença par de très petites doses; puis bientôt il arriva à des doses au moins aussi considérables que chez l'adulte. Ce résultat, qui paraît inadmissible de prime abord, s'explique cependant très simplement. Souvent, après avoir fait une ou deux aspirations de vapeurs chloroformiques avec une sorte d'avidité, l'enfant les refuse obstinément. Il ferme la bouche, s'agite, et la respiration semble suspendue tant que l'éponge reste sur la bouche et les narines. Il faut saisir l'instant où, l'éponge enlevée, il pousse des cris, pour la réappliquer pendant les inspirations. De cette façon, la perte d'une grande quantité de vapeur anesthésique est inévitable; et celle qui est aspirée, ne l'étant pas d'une manière continue, agit plus lentement. La durée de la chloroformisation varie d'une à cinq minutes. Elle est ordinairement de deux à trois minutes. Presque toujours l'écume vient à la bouche de l'enfant et très promptement. Le pouls que, dans certains cas, on ne peut pas suivre, à cause de la petitesse de la radiale, ne se modifie notablement que lorsque la respiration est comme suspendue. Alors il devient petit et précipité.

L'expérience de notre collègue, M. Guersant, porte sur des enfants plus avancés en âge, et guère au-dessous de deux ans. Il emploie l'éthérisation, non-seulement pour les opérations, mais encore pour l'exploration de certaines affections chirurgicales dont l'examen, très douloureux, fait éprouver, de la part des jeunes malades, des difficultés qui, sans cet auxiliaire, demeureraient parfois insurmontables. L'appareil qu'il met en usage est celui de M. Charrière. Sans se laisser intimider par la résistance et les cris de ces jeunes malades, toujours plus ou moins indociles, il

applique résolûment l'embouchure de l'inhalateur et pratique l'éthérisation hardiment. En général, il n'a pas remarqué de période d'agitation. Trois ou quatre inspirations franches déterminent l'insensibilité. La pratique de M. Bouchacourt, chirurgien en chef de l'hôpital de la Charité de Lyon, offre des résultats en tout conformes à ceux qu'a obtenus notre collègue.

Les vieillards présentent souvent, du côté des organes de la respiration, de la circulation et du centre cérébro-spinal, des lésions qui contre-indiquent l'emploi du chloroforme. Il faut, avant de les soumettre à l'anesthésie, explorer toujours minutieusement l'état anatomique et fonctionnel de ces différents organes. Du reste, à part ces contre-indications, que nous rencontrons également chez l'adulte, moins fréquemment il est vrai, les vieillards nous ont toujours paru supporter aussi bien l'éthérisation que les personnes dans la force de l'âge. Nous avons pu, il y a quelque temps, maintenir dans l'insensibilité, pendant plus d'une demi-heure, un vieillard de soixante-quatorze ans, vigoureux il est vrai, dont nous avons trépané le tibia pour en extraire des débris d'un vieux séquestre.

Quant aux adultes, sans acception de sexe ou de tempérament, ils peuvent tous être soumis à l'éthérisation, à part les rares exceptions que nous allons indiquer.

Les lésions matérielles bien constatées du cerveau nous paraissent, comme à tous les chirurgiens, une contre-indication formelle à l'emploi des anesthésiques qui congestionnent toujours plus ou moins les centres nerveux. Mais les simples névroses, l'épilepsie, l'hystérie, ne nous paraissent pas devoir être rangées à côté des lésions organiques. M. Guersant a souvent chloroformisé des épileptiques avec succès.

Les maladies organiques des poumons et du cœur offrent, aux yeux de la plupart des praticiens, des contre-indications plus précises encore. Nous sommes en partie de leur avis. Cependant, nous croyons que lorsque ces lésions sont légères, telles qu'un emphysème peu prononcé ou la bronchite chronique, sans accumulation de liquide dans les bronches, elles ne doivent pas suffire pour nous arrêter. Il faut seulement redoubler de précautions dans l'emploi du chloroforme, et se contenter surtout d'émousser la sensibilité sans aller jusqu'à la résolution.

Les chirurgiens redoutent encore l'anesthésie dans les cas de maladie du cœur. Cette réserve est parfaitement légitime, lorsqu'il s'agit d'une lésion avancée et apportant déjà un trouble manifeste

dans la circulation ; mais quand la maladie n'est encore qu'au début, je pense, avec M. Bickersteth et la plupart des chirurgiens anglais, que chez les sujets qui en sont atteints, la frayeur de l'opération et la douleur sont encore plus à redouter que le chloroforme lui-même. Je ne crois donc pas qu'il faille les priver des bienfaits de l'anesthésie, à la condition, toutefois, d'user des précautions les plus minutieuses.

Les causes accidentelles qui exercent sur l'économie une action dépressive, soit en s'adressant directement au système nerveux, soit en portant atteinte à la composition ou à la quantité normale du sang, doivent être considérées comme des contre-indications à l'emploi du chloroforme.

Parmi les circonstances qui agissent sur le système nerveux, nous mentionnerons l'état de commotion ou de stupeur qui accompagne certaines blessures, surtout par armes à feu, et la terreur qu'inspire l'approche des opérations. Presque tous les malades étant plus ou moins vivement impressionnés par la crainte de la douleur, on ne peut réellement les considérer comme incapables de supporter le chloroforme que lorsque cette crainte est poussée à un degré extrême. Et d'ailleurs la garantie d'insensibilité, qu'ils peuvent espérer par l'emploi des anesthésiques, ne contribue-t-elle pas à calmer leur moral et à placer ainsi leur système nerveux dans des conditions plus favorables.

Lorsque le sang est altéré par une trop grande diminution dans le nombre de ses globules ou dans ses autres éléments consécutifs, comme on le voit dans la chlorose, le scorbut, etc., ou que sa quantité normale est amoindrie par des hémorrhagies, les syncopes deviennent plus faciles et l'on doit craindre les effets de l'anesthésie. Aussi sera-t-il prudent de s'en abstenir dans une opération qui devra entraîner la perte d'une grande quantité de sang, ou du moins n'y avoir recours qu'avec circonspection.

Comme nous l'avons dit dans notre précédent travail, l'emploi des anesthésiques peut avoir pour objet d'obtenir, soit l'insensibilité, soit la résolution musculaire. On conçoit bien que les différences, dans le but que le chirurgien se propose d'atteindre, en entraîneront aussi dans les effets qu'il devra rechercher et dans la manière dont il aura à manier le chloroforme. Je ne me livrerai pas ici à l'étude de l'anesthésie appliquée aux diverses opérations, des rapports spéciaux devant vous être présentés prochainement à ce point de vue. Permettez-moi seulement de vous signaler

quelques opérations qui, par la nature ou le siége des lésions qui les nécessitent, contre-indiquent l'usage du chloroforme.

L'étranglement des hernies est souvent accompagné d'une douleur spéciale, dépressive, accompagnée de faiblesse du pouls et de tendance à la syncope. On conçoit qu'alors les dangers de l'étranglement et de la kélotomie ne pourraient qu'être aggravés par l'anesthésie. Les faits, du reste, viennent à l'appui de mon opinion. Vous vous souvenez sans doute d'une observation de kélotomie faite dans les conditions que je viens de dire, observation qui vous fut présentée par M. Debrou, et dans laquelle l'éthérisation fut accompagnée de plusieurs syncopes successives qui faillirent devenir mortels.

Le lieu où se pratiquent certaines manœuvres entraîne des dangers d'un autre genre, mais non moins redoutables. Je veux parler des opérations pratiquées sur les fosses nasales, la bouche, l'arrière-bouche, le pharynx. Le sang tombant alors dans les voies aériennes, devenues insensibles, celles-ci ne peuvent plus réagir pour se débarrasser du liquide qui les obstrue, et l'asphyxie peut s'en suivre promptement. Peu de temps après la découverte de l'éther, M. Velpeau fut ainsi sur le point de perdre un malade auquel il enlevait les amygdales. Pour la même raison, le chloroforme nous semble devoir être proscrit dans la trachéotomie.

Nous venons de passer en revue les conditions que doivent remplir le liquide anesthésique et les appareils qui servent à l'administrer, celles que l'organisme doit offrir pour le supporter sans péril; il nous reste à faire connaître les règles qui doivent guider le chirurgien dans la pratique de l'inhalation elle-même.

Et d'abord, quelle position convient-il de donner au malade? Vous me permettrez, messieurs, de ne pas m'appesantir sur les questions de priorité qui pourraient être soulevées à ce sujet. Tous ceux qui reconnaissaient la nature syncopale des accidents chloroformiques durent reconnaître aussi l'utilité de la position horizontale dès longtemps conseillée dans le traitement de la syncope. Pour rendre justice à qui de droit, je dirai seulement que, dans une lettre adressée à l'Académie de médecine (18 juillet 1848), M. le docteur Mercier, partant de cette idée que le chloroforme donne la mort, ou par une certaine viscosité du sang qui en gênerait le passage à travers le poumon, ou par une paralysie du cœur qui participerait au collapsus général, terminait sa communication par deux conclusions dont la première était ainsi conçue:

« Ne jamais traiter un malade par les agents anesthésiques qu'a-
» près l'avoir mis dans une situation horizontale. » J'ajouterai que M. Stanski (*Union médicale*, 10 février 1849) a de nouveau insisté sur la nécessité de cette position, et qu'enfin M. le professeur Bouisson, dans son *Traité de l'anesthésie*, publié en 1850, rappelle qu'il a été le premier à signaler l'importance de cette précaution, qui concourt si efficacement, dit-il, à assurer le succès des inhalations anesthésiques. (Je n'ai pu retrouver la publication sur laquelle ce professeur s'appuie pour établir sa priorité.)

Mais M. Stanski a été plus loin. Il fait remarquer que, dans les cas de mort connus jusqu'à cette époque, les malades avaient été éthérisés dans la position assise, et il regarde cette position comme ayant été la *cause principale*, *sinon la seule*, *de ces terminaisons aussi rapidement funestes*.

Récemment, cet honorable confrère a présenté à la Société de chirurgie un travail où la même idée se trouve énoncée d'une manière presque absolue. Je n'essaierai pas de répondre aux reproches qu'il m'adresse de ne pas avoir suffisamment apprécié le précepte qu'il donne; il me suffira de rappeler ce que j'en ai dit dans mon premier travail. Je me bornerai à dire que notre confrère s'est exagéré l'importance de la position horizontale; il existe aujourd'hui un nombre malheureusement trop grand d'observations où la mort est survenue, bien que les malades aient été éthérisés dans cette position, pour qu'il soit autorisé à soutenir encore sa manière de voir. Ainsi les malades de M. Vallet (d'Orléans) et celui de M. Rook, dont les observations ont été consignées dans notre rapport, étaient couchés. Dernièrement encore, MM. Quain, Paget et Dunsmure ont perdu des malades qui, par la nature même des opérations qu'ils avaient à subir, devaient être nécessairement dans la position horizontale.

Conformons-nous donc au précepte qui vient d'être posé toutes les fois que nous le pourrons, car il est excellent, mais n'espérons pas y trouver un abri certain contre la syncope.

Une précaution, dont l'importance est facile à apprécier, consiste à s'assurer toujours que l'estomac est dans l'état de vacuité avant qu'on procède à l'éthérisation. Il est, en effet, reconnu que le chloroforme agit avec beaucoup moins de rapidité lorsque les malades ont pris des aliments solides ou liquides, même en petite quantité. Et d'ailleurs, le trouble causé dans l'organisme par l'anesthésie étant de nature à suspendre la digestion stomacale et

disposer le malade au vomissement, ce précepte n'acquiert-il pas une nouvelle importance? On sait que le vomissement est précédé de malaise, de petitesse du pouls et parfois même de syncope.

Or, cette syncope empruntera à l'état annesthésique dans lequel se trouve le malade une extrême gravité, et pourra même devenir mortelle. Voici une observation qui me semble confirmer cette manière de voir :

On lit dans la *Lancette* anglaise (octobre 1853) qu'à l'hôpital Saint-Barth! olomée, dans le service de M. Paget, une fille de vingt-deux ans, affectée d'une ulcération du vagin, fut cautérisée une première fois au feu rouge, après inhalation de chloroforme, sans qu'il survînt le moindre inconvénient. Quinze jours plus tard, le 21 octobre 1853, M. Paget jugea à propos de faire une nouvelle application du cautère actuel. La malade étant amenée à l'amphithéâtre, le docteur Black, qui est spécialement chargé de l'administration du chloroforme, lui en fit inspirer à l'aide de l'appareil ordinaire. L'inhalation fut continuée environ dix minutes sans résultat. Tout à coup, on remarqua que le teint devenait terreux, le pouls faible et la respiration irrégulière. M. Paget n'avait encore fait aucune manœuvre opératoire; toute son attention et ses efforts se concentrèrent sur l'état de la malade et les moyens propres à la ramener à la vie. On employa la respiration artificielle par insufflation de bouche d'abord, puis, au moyen de la laryngotomie, par un tube placé entre le cartilage thyroïde et le cricoïde, tube auquel fut adapté un soufflet. Ces moyens étant inefficaces, on fit injecter dans le rectum de l'eau-de-vie et de l'eau pour stimuler l'économie, puis on plaça la malade dans un bain tiède (la respiration artificielle étant toujours continuée). Pendant tout ce temps, les docteurs Barrowes et Black, interrogeant le pouls, le sentirent de temps en temps battre à l'artère radiale. L'insensibilité ne se dissipant pas, on eut recours au galvanisme. Les commotions produisirent des contractions musculaires énergiques, mais aucune inspiration. On continua longtemps encore la respiration artificielle, jusqu'à ce que l'inutilité des efforts tentés pour sauver la malade fût surabondamment prouvée.

La quantité de chloroforme inspirée était au-dessous de 8 gram.

Autopsie vingt-quatre heures après la mort. — Congestion peu marquée du cerveau; le sang contenu dans les veines cérébrales, postérieures surtout, étant abondant et fort liquide, recueilli dans un vase, ne se coagula pas. Les ventricules contenaient une quan-

tité normale de sérosité et le pont de Varole était sain. Les reins étaient injectés de sang, et la gauche présentait d'anciennes cicatrices; le péritoine, en divers points, offrait des adhérences, et *l'estomac était distendu par des aliments non digérés, bien que la malade eût affirmé n'avoir rien mangé.* L'estomac, du reste, était sain, ainsi que le pancréas et le jéjunum. Le cœur était mou, sans être graisseux, son tissu musculaire un peu pâle.

L'autopsie ayant démontré l'intégrité de tous les organes, à l'exception de l'estomac distendu par les aliments, ne peut-on pas penser avec raison que cette circonstance n'a pas été étrangère à la mort, chez une jeune fille qu'on avait chloroformisée quelques jours avant avec succès?

Une précaution qu'on ne doit pas négliger est d'écarter soigneusement toutes les entraves que les vêtements pourraient apporter à la liberté de la circulation et de la respiration. Enfin, il faut placer le malade dans un local aussi aéré que possible, et à une température moyenne de 14 à 18 degrés.

Il importe d'avoir à sa disposition un aide habitué à manier le chloroforme. Cependant, je pense que le chirurgien lui-même doit présider à l'inhalation et en surveiller les effets jusqu'au moment où il va commencer l'opération. Non-seulement il doit suivre les progrès de l'éthérisation, son influence sur la sensibilité et la myotilité, mais il doit surtout ne point perdre de vue l'état de la respiration et du pouls. Suivant MM. Malgaigne et Bickersteth, la surveillance du pouls ne serait qu'une précaution fort secondaire. Voici comment s'exprime M. Malgaigne à ce sujet : « La » manie de s'occuper du pouls pendant l'éthérisation détourne » l'attention des phénomènes respiratoires ; et notre avis est qu'on » verrait beaucoup moins d'accidents si l'on s'occupait un peu » plus d'assurer la régularité de la respiration. » (*Revue médico-chirurgicale*, juillet 1853, p. 49.)

Après avoir pris soin, comme nous l'avons fait, de démontrer que dans beaucoup de cas la mort est arrivée par syncope, il serait tout à fait illogique de notre part de ne pas insister sur la nécessité de surveiller le pouls. Et s'il était utile de grossir le nombre des faits que nous avons invoqués, nous renverrions à une observation que nous aurons besoin de rappeler plus tard à un autre point de vue. Elle vient d'être publiée dans le *Monthly Journal* par M. Dunsmure, chirurgien de l'Infirmerie royale d'Édimbourg. Il est dit expressément qu'au moment de la mort

les deux chirurgiens, qui avaient la main sur le pouls, affirmèrent que les battements du cœur avaient cessé avant les mouvements respiratoires. Il n'est pas besoin d'ajouter que nos recommandations n'excluent par l'attention qu'on doit prêter aux fonctions du poumon.

Les vapeurs anesthésiques doivent d'abord être mêlées à l'air dans des proportions tellement faibles que dans aucun cas on ne puisse avoir à redouter des accidents sérieux. J'ai l'habitude de débuter en versant dans l'appareil de M. Charrière 1 gramme de chloroforme chez les enfants, et 4 grammes chez les adultes, et en ayant soin de disposer la bague mobile adaptée au tube d'inhalation de telle sorte qu'il passe par ce tube la plus grande quantité d'air possible. Si aucun trouble ne se manifeste du côté de la respiration, je ferme peu à peu l'ouverture ménagée à l'aide de la bague, puis j'ajoute à l'appareil une nouvelle dose de liqueur. Mais si le contact des vapeurs paraît pénible pour la muqueuse pulmonaire, s'il survient de la toux, du spasme de la glotte, de la turgescence de la face et des veines du cou, si l'on observe des mouvements de déglutition accompagnés de resserrement des mâchoires et d'occlusion spasmodique de la bouche; si enfin la respiration est trop accélérée ou trop lente, je donne de nouveau accès à une plus grande quantité d'air au moyen de la bague mobile. Si cela ne suffit pas, j'enlève momentanément l'appareil, je fais ouvrir la bouche et desserrer les mâchoires. Un peu d'agitation, de loquacité, de délire bruyant, ne me préoccupe pas. Mais il n'en est plus de même si cette agitation et ce délire s'accompagnent d'une violente congestion au cerveau avec injection de la face, comme il n'est pas rare de l'observer. Dans ce cas, je suspends encore l'inhalation.

En dehors de ces circonstances exceptionnelles, j'ai pour principe de ne point la discontinuer avant que l'insensibilité soit bien établie; et je me borne à maintenir le degré de concentration des vapeurs que le malade tolère, en versant de temps en temps dans l'appareil de petites doses de 1 à 4 grammes. Il ne faut pas oublier que l'action du chloroforme étant successive et progressive, on doit arriver au point voulu d'insensibilité et de résolution, *par le seul fait de la continuité de cette action*, et sans qu'il soit nécessaire d'augmenter les doses de l'agent anesthésique.

Les règles que je viens de poser offrent beaucoup d'analogie avec les principes proclamés depuis longtemps par M. Sédillot;

cependant elles en diffèrent par deux points qu'il importe de signaler. Ainsi, 1° tandis que je conseille de maintenir seulement la continuité des doses qu'on a reconnu pouvoir être tolérées par le malade, le chirurgien de Strasbourg veut qu'aussitôt que les inspirations sont bien supportées, on donne les plus fortes quantités possibles dans le temps le plus court, ce qui est, suivant lui, le meilleur moyen de prévenir la période d'excitation et une anesthésie trop profonde. (*Lettre sur le chloroforme*, 1851, p. 8.)

J'ignore jusqu'à quel point l'expérience a pu autoriser notre éminent collègue à tenir ce langage; mais ce que l'on sait du danger de la concentration des vapeurs anesthésiques ne me permet pas d'adopter cette pratique. C'est en faisant inspirer aux animaux des vapeurs de plus en plus concentrées qu'on les fait périr en peu de temps.

2° Lorsqu'il y a un peu d'exaltation, des mouvements brusques, des signes d'une ivresse bruyante, sans que la respiration et la circulation soient gênées, et qu'on a activé sans succès l'action du chloroforme, M. Sédillot veut qu'on maintienne le malade et qu'on cherche à le sidérer par de grandes doses de l'agent anesthésique. Ici encore, et malgré toute l'autorité de notre savant confrère, nous sommes obligé de rejeter ce précepte, qui, par les raisons sus-énoncées, ne nous paraît pas exempt de danger.

Dans le cours de la discussion, M. Gosselin a beaucoup insisté sur l'utilité de l'intermittence des inhalations. Il ne se borne pas, comme le font tous les chirurgiens, à interrompre momentanément l'emploi du chloroforme dès qu'il survient quelque trouble dans la respiration ou la circulation, mais il veut encore qu'on la suspende de temps en temps, dans le cas même où les phases de l'éthérisation se succèdent d'une façon régulière. Il trouve à cette pratique l'avantage d'empêcher la concentration du chloroforme sur les organes important à la vie.

« En laissant, dit-il, à l'agent anesthésique le temps de se répartir dans tout le torrent circulatoire, on laisse aux organes » celui de s'habituer à son contact. Beaucoup de personnes ont » l'habitude de laisser leur appareil en place tout le temps nécessaire pour que l'insensibilité soit obtenue. On oublie que les » effets anesthésiques se continuent, et quelquefois s'accroissent » encore, après qu'on a cessé l'inspiration des vapeurs chloroformiques. Il n'y a donc pas d'inconvénient, il y a grand avantage, » selon moi, à suspendre pendant quelques secondes, pendant

» lesquelles on voit comment fonctionnent les grands appareils de » la vie organique. »

Je ne puis que louer la prudence qui a dicté d'aussi sages conseils. Toutefois je ne pense pas qu'il y ait utilité à les adopter d'une manière générale. J'estime qu'en graduant avec prudence les proportions de vapeur anesthésique mêlée à l'air, on empêche tout aussi bien la concentration du chloroforme sur les organes importants, et qu'on laisse l'organisme s'habituer au contact de cet agent. En interrompant sans nécessité les inhalations, ne perd-on pas une partie des effets déjà obtenus, et ne prolonge-t-on pas inutilement une opération toujours fatigante pour le malade?

M. Gosselin motive encore son opinion sur ce que les effets anesthésiques se continuent, et quelquefois s'accroissent encore après qu'on a cessé l'inspiration des vapeurs chloroformiques. S'il me fallait m'en rapporter aux résultats de mon expérience, je ferais observer à notre collègue que ce n'est point au début de l'éthérisation, alors qu'on cherche à produire l'insensibilité, que se remarque cette tendance, mais bien lorsqu'on a obtenu la plénitude des effets du chloroforme, c'est-à-dire à l'instant où le patient est tombé dans l'insensibilité et la résolution.

Le degré auquel il convient de porter l'éthérisation varie suivant le but qu'on se propose d'atteindre. Tantôt, en effet, on désire seulement abolir la sensibilité, prévenir la douleur; tantôt on veut se débarrasser de la contractilité musculaire, lorsqu'il s'agit, par exemple, de réduire une hernie, une luxation, de pratiquer le cathétérisme chez les sujets très intraitables, de procéder au diagnostic de certaines maladies chirurgicales, etc. Dans le premier cas, si l'opération a peu d'importance et doit avoir peu de durée, comme celle qui n'intéresse que la peau, celle-ci surtout étant déjà amincie par des décollements et des abcès, il suffit d'émousser, pour ainsi dire, la sensibilité; tandis que dans les opérations longues et devant diviser une grande épaisseur de tissus, il faut obtenir une anesthésie complète.

Voyons à quels signes on peut reconnaître ces diverses phases de l'éthérisation.

On a généralement l'habitude de pincer le malade, de le piquer, et s'il ne réagit par aucun signe de douleur, on juge le moment favorable pour commencer l'opération. Mais cette pratique est loin d'être certaine, et il est arrivé à tous les opérateurs de voir se réveiller violemment sous l'action du bistouri des sujets qui

étaient impassibles par ces moyens ordinaires d'exploration. On a aussi conseillé d'exciter la conjonctive, sans doute dans la pensée que, la sensibilité étant abolie dans cette membrane éminemment irritable, elle doit l'être à plus forte raison dans toutes les autres parties du corps. Ce conseil peut être suivi, bien qu'il ne mérite pas une confiance absolue. Plusieurs fois chez l'homme, et surtout chez les animaux, nous avons vu les instruments tranchants ne provoquer aucune douleur, alors que la conjonctive ne peut être impunément touchée, et réciproquement. Lorsqu'on a besoin d'une sensibilité absolue, il est nécessaire d'arriver jusqu'à la résolution musculaire.

Nous n'insisterons pas sur les signes qui caractérisent cette dernière. Lorsque les membres soulevés retombent comme des masses inertes, elle n'est douteuse pour personne. Nous dirons cependant qu'elle aussi peut n'être qu'apparente. Nous avons souvent observé que chez des individus qui semblaient, du reste, en résolution complète, mais dont les pouces restaient convulsivement fléchis dans la paume de la main, des contractions générales plus ou moins violentes se manifestaient aussitôt que le chirurgien exécutait quelque manœuvre capable de réveiller la sensibilité.

Ainsi que nous l'avons dit, tous les sujets ne subissent pas avec une égale facilité l'influence du chloroforme. Indépendamment des aptitudes individuelles très diverses, que l'on ne peut reconnaître *à priori*, il est des circonstances qui en modifient puissamment les effets. On s'accorde généralement à reconnaître que l'abus des boissons alcooliques rend l'organisme moins accessible à l'action des anesthésiques. Il en est de même de l'agitation à laquelle certains malades sont en proie avant de subir une opération chirurgicale. On a vu aussi, sur les champs de bataille, des soldats blessés dans le feu de l'action éprouver un état de surexcitation morale qui les rendait réfractaires au chloroforme. On lit dans un intéressant travail de M. le docteur Yvonneau, qu'au siége de Rome, après l'affaire meurtrière de la villa Pamphili, deux chirurgiens français, MM. Pasquier et de Santi, ont fait de vains efforts pour obtenir l'insensibilité avec le chloroforme chez les sujets qu'ils voulaient opérer. Telle était l'agitation nerveuse, que des aides nombreux suffisaient à peine à contenir les malades. Les chirurgiens furent obligés d'y renoncer. (*De l'emploi du chloroforme*, 1853, page 33.)

L'emploi des anesthésiques, à son début, donne presque toujours lieu à un état d'excitation caractérisé par l'injection des conjonctives, la coloration du visage, du délire et des mouvements convulsifs. Tant que ces phénomènes n'offrent qu'une intensité médiocre, il n'y a pas lieu de s'en préoccuper, l'expérience ayant prouvé qu'ils se dissipent sans laisser de traces. Mais chez quelques sujets, cette excitation se manifeste avec une telle violence, qu'elle constitue un état grave et de nature à faire craindre soit des épanchements apoplectiques, soit un collapsus fâcheux. Dans une Note que j'ai adressée, en 1849, à l'Académie de médecine (*Bulletin de l'Académie*, t. IV, p. 1191) sur le chloroforme, j'ai rapporté plusieurs faits de nature à mettre en évidence cette espèce de danger; et j'en ai conclu que lorsque ces symptômes se présentent, et qu'ils ne cèdent pas promptement, il est prudent de ne pas continuer les inhalations.

Quand les phénomènes de l'éthérisation se sont succédé régulièrement et que l'on a obtenu l'état dit de tolérance anesthésique, c'est-à-dire l'abolition de la sensibilité et des mouvements, avec intégrité de la respiration et de la circulation, on peut y maintenir plus ou moins longtemps les sujets, en ayant soin de suspendre l'inhalation jusqu'à ce que la sensibilité commence à se réveiller. Il suffit alors de quelques doses de chloroforme pour replonger de nouveau le malade dans l'anesthésie. Cet état de tolérance peut être ainsi prolongé pendant plus d'une heure, sans qu'il en résulte, en général, d'inconvénients graves.

Il ne faut pas perdre de vue que, les effets du chloroforme étant progressifs, on ne manquerait point, si l'on prolongeait l'inhalation, de porter tôt ou tard une atteinte funeste à la respiration et à la circulation. J'ai trouvé, dans les recueils scientifiques, un assez grand nombre d'observations dans lesquelles l'oubli de cette vérité a failli coûter la vie aux malades. M. Bickersteth en a rapporté quelques-unes dans l'excellent travail déjà cité, et nous sommes heureux de nous appuyer ici sur son témoignage.

Dans les cas ordinaires, le réveil est suivi d'un peu d'abattement, de nausées et de céphalalgie, qui se dissipent en douze ou vingt-quatre heures. Mais quand les effets de l'éthérisation ne se sont produits qu'avec difficulté et lenteur, ou que l'éthérisme a dû être prolongé pendant longtemps, l'abattement est considérable, et il reste une tendance à la syncope qui doit être surveillée

avec une grande attention. Il ne faut pas oublier que la mort a pu survenir dans des conditions semblables.

Chez un jeune homme récemment admis à l'hôpital Beaujon pour y être traité d'une luxation de l'astragale, l'éthérisation dut être prolongée pendant plus de vingt-cinq minutes avant d'arriver au degré de résolution voulu pour tenter la réduction. Après de longs efforts demeurés infructueux, je dus abandonner le malade; il ne recouvra l'usage de ses sens qu'au bout d'une demi-heure environ, puis il conserva pendant toute la journée un abattement extrême accompagné de tendance lipothymique. Je fus obligé de le faire surveiller attentivement et de soutenir ses forces soit avec du bouillon froid, soit avec de l'eau de Seltz coupée avec du vin. Au bout de vingt-quatre heures, ces symptômes avaient complétement disparu.

Tels sont, messieurs, les préceptes qui nous ont paru devoir guider les chirurgiens dans la pratique de l'éthérisation.

. . . .

J'ai l'honneur de soumettre à la sanction de la Société de chirurgie les conclusions qui suivent :

Conclusions. — 1° Le chloroforme peut causer la mort lorsqu'il est mêlé à l'air en de trop fortes proportions.

2° Néanmoins, à raison de susceptibilités individuelles, il peut amener de graves accidents et la mort, alors même qu'il a été administré à de faibles doses.

3° L'asphyxie par l'emploi du chloroforme n'est pas à craindre, à moins qu'on n'ait recours à des procédés d'inhalation défectueux et qu'on ne surveille pas l'état de la respiration.

4° Le chloroforme prédispose à la syncope et rend celle-ci plus grave lorsqu'elle survient.

5° Dans les cas où la mort a lieu exceptionnellement, elle a lieu par syncope. La cessation des battements du cœur est quelquefois tellement soudaine, qu'elle constitue une véritable sidération.

6° La syncope peut arriver au début même de l'opération et semble résulter de l'ébranlement imprimé à l'organisme par l'acte opératoire lui-même. Elle peut se manifester immédiatement ou plusieurs heures après l'opération.

7° Les anesthésiques sont tous plus ou moins toxiques. Le chloroforme est le plus dangereux, mais il est aussi le plus puissant. L'éther est moins redoutable, mais il est moins énergique. Le mé-

lange à volume égal d'éther et de chloroforme me semble le meilleur des anesthésiques. (Depuis que j'ai lu la première partie de ce travail, j'ai eu l'occasion d'en faire assez fréquemment usage : il produit promptement l'insensibilité et semble provoquer moins de réaction que le chloroforme ou que l'éther.)

8° Avant de recourir à l'emploi du chloroforme, il faut en rechercher les contre-indications, soit pour rejeter l'anesthésie, soit pour en restreindre l'application.

9° Lorsqu'on administre le chloroforme, il importe de surveiller attentivement l'état du pouls et celui de la respiration.

10° Le danger du chloroforme étant, en général, proportionnel à la concentration de ses vapeurs, il serait utile de pouvoir doser celles-ci ; mais l'inhalation devant être faite à l'air libre, ce dosage est impossible. Il convient donc de débuter par des proportions très faibles, qu'on augmente graduellement d'après les effets produits.

11° L'action du chloroforme étant progressive et successive, on parvient à obtenir l'insensibilité et même la résolution par le seul fait de la continuité des inhalations à doses modérées, sans qu'il soit nécessaire de forcer les doses.

12° L'état dit de tolérance anesthésique étant obtenu, on peut le prolonger plus ou moins longtemps, à la condition de rendre l'inhalation intermittente.

13° Quand, pour un motif quelconque, le malade a dû absorber de grandes quantités de chloroforme, il faut se tenir en garde contre les syncopes consécutives.

14° Dans les cas de syncope grave ou de sidération, il convient de recourir aux moyens suivants :

1. Exposer les malades à un air frais et pur.
2. Donner au corps une position telle que la tête soit déclive.
3. Ouvrir la bouche et attirer la langue en avant.
4. Pratiquer la respiration artificielle par des pressions cadencées sur le thorax et l'abdomen.
5. Les excitants de la peau, tels que les frictions, les rubéfiants, etc., pourront être subsidiairement employés.

Je termine ici ce travail, déjà trop long peut-être ; et cependant je suis loin d'avoir entièrement épuisé cet intéressant sujet. Il me resterait encore à rechercher si, en compensation des chances de danger qu'ils font courir aux malades, les anesthésiques exercent sur les suites des opérations une influence favo-

rable. La Société de chirurgie, dans le cours de la discussion, a émis le vœu que cette question fût examinée ; mais, dans l'état actuel de la science, les faits nous manquent ou sont insuffisants pour la résoudre. Tout ce que je puis dire, c'est que, si je m'en tiens à mon expérience, cette influence n'est point assez manifeste pour qu'on ne puisse élever des doutes sur sa réalité.

(*Moniteur des hôpitaux.*)

NOTE X.

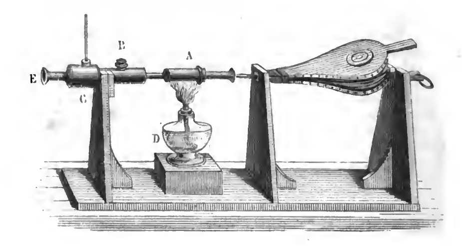
APPAREIL POUR L'APPLICATION LOCALE DES AGENTS ANESTHÉSIQUES, PAR M. LOUIS FIGUIER.

Nous fondant sur ce fait que, dans l'état physiologique, une certaine élévation de température favorise l'absorption, et que le défaut d'absorption, c'est-à-dire la non-pénétration à travers la peau des vapeurs anesthésiques, est peut-être la cause des insuccès qu'a rencontrés jusqu'ici l'anesthésie locale, nous avons essayé de soumettre les parties destinées à devenir le siége d'une opération douloureuse à l'action des vapeurs de chloroforme élevées à une température d'environ 50°. L'appareil que nous avons fait construire à cet effet, par l'habile fabricant d'instruments de chirurgie, M. Luër, se composait d'une petite capacité cylindrique, contenant dans son intérieur plusieurs toiles métalliques, et que l'on chauffait extérieurement à l'aide d'une lampe à esprit-de-vin. L'air, dirigé par un soufflet dans l'intérieur de cet espace, s'y échauffe ; traversant ensuite le réservoir de chloroforme, il emporte à l'état de vapeur une quantité notable du composé anesthésique. Un thermomètre, placé à l'extrémité de l'appareil, indique la température que présentent les vapeurs au moment de leur sortie.

Quelques essais ont été exécutés avec cet appareil à l'hôpital Saint-Louis, à l'hôpital la Riboisière et à l'Ourcine. Les résultats se sont montrés insuffisants, en ce sens que, si l'on a pu constater une atténuation manifeste de la sensibilité, l'effet anesthésique était incomplet et demeurait limité à la surface de la peau ; les

parties sous-jacentes avaient conservé leur sensibilité, car le bistouri, en pénétrant dans les parties profondes, laissait ressentir au malade l'impression de la douleur. Ces expériences doivent donc être continuées. Il n'est pas impossible qu'en refermant la partie malade dans une sorte de sac ou d'enveloppe imperméable de caoutchouc, et prolongeant assez longtemps le contact des vapeurs de chloroforme assez modérément chauffées, on ne parvienne à réaliser complétement l'effet anesthésique. La question de l'anesthésie locale est d'une telle importance pour la chirurgie pratique; les effets que l'on parviendrait ainsi à produire offriraient un si haut degré de valeur, que rien, il nous semble, ne doit être négligé pour atteindre définitivement ce but.

La description et la figure qui suivent donneront une idée nette de l'appareil fort simple qui permet de diriger sur les parties les vapeurs chloroformiques chaudes.



A, *fourneau*. — C'est un tube de cuivre, contenant dans son intérieur quinze toiles métalliques, disposées verticalement les unes près des autres, et qui ont pour effet, en accumulant le calorique dans cette partie de l'appareil, de maintenir la température des vapeurs de chloroforme à peu près au même point pendant toute la durée de leur administration.

B, *réservoir de chloroforme*. — Ce réservoir, qui ferme par une vis à sa partie supérieure, porte à la partie inférieure un renfle-

ment garni d'un morceau d'éponge ou d'étoupes sur lesquelles on verse le liquide anesthésique.

C, *espace occupé par le thermomètre.* — Ce thermomètre, gradué sur verre, est assujetti au tube à l'aide d'un bouchon de liége percé.

E, *godet d'ivoire qui termine l'appareil.* — Sur le contour extérieur de ce godet, on fixe un fragment de parchemin mouillé ou de vessie, destiné à circonscrire la partie malade sur laquelle on dirige les vapeurs.

D, *lampe à esprit-de-vin.*

Voici maintenant la manière de faire usage de cet appareil :

On commence par chauffer le fourneau A, à l'aide de la lampe à esprit-de-vin, jusqu'à ce que le thermomètre indique la température de 80° à 85° centigrades. *Alors seulement*, on introduit le chloroforme dans le réservoir à l'aide de l'ouverture B, qui ferme par une vis. On fait ensuite agir le soufflet. Ce soufflet, qui a les dimensions du soufflet ordinaire de nos foyers, pourrait être remplacé par le *ventilateur mécanique* de M. Luzz, dont on a déjà fait usage dans les hôpitaux pour les essais d'anesthésie par réfrigération. Cet appareil a l'avantage de fournir un courant d'air non interrompu. Cependant la pratique n'a point montré d'avantages en faveur de cette substitution. Quoi qu'il en soit, le courant d'air envoyé par le soufflet s'échauffe en traversant le fourneau ; arrivant à une température élevée à la surface du liquide anesthésique. il en emporte une quantité considérable à l'état de vapeurs, et parvient, saturé de ces vapeurs, à l'extrémité de l'appareil. Le thermomètre accuse alors une température de 50° à 60°, qui est la plus convenable pour l'absorption des vapeurs. Toutefois la sensibilité du malade est l'indice qu'il faut surtout consulter : le malade doit ressentir l'impression un peu chaude des vapeurs, sans néanmoins en être affecté péniblement.

La durée de l'administration des vapeurs anesthésiques doit être d'environ 15 minutes. Quand le thermomètre indique que la température des vapeurs s'est abaissée, il suffit d'approcher de temps en temps la lampe à esprit-de-vin du fourneau, pour le maintenir au degré nécessaire.

(*Moniteur des hôpitaux*, 11 mai 1854.)

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME TROISIÈME.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME TROISIÈME.



